

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Разработка мультимедийной лабораторной работы «Диагностика
стартера»

Студент

А.Д. Садыков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Еремина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И. В. Еремина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Ященко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.Г. Егоров

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ »

20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Тема данного дипломного проекта: разработка мультимедийной лабораторной работы: «Диагностика стартера».

Подготовлен подробный теоретический материал по диагностике стартера, рассмотрена конструкция стартеров и их классификация, перечислены основные требования и понятия.

В конструкторской части идет углубление по теме диагностики стартеров. Перечислены основные неисправности стартера и способы их диагностирования, рассмотрены различные конструкции стендов для диагностики стартеров. Подробно описан стенд кафедры, на котором будет выполняться лабораторная работа.

В исследовательской части разработан ход и методические указания по лабораторной работе с подробным описанием действий и рабочих приспособлений, конкретными заданиями, целями и вопросами.

В разделе по экономике подробно описываются все возможные затраты на разработку данной лабораторной работы.

В разделе по безопасности жизни выявлены последствия воздействия на окружающую среду. Разработаны организационно технические мероприятия по обеспечению промышленно-экологической безопасности реализуемой лабораторной работы.

ABSTRACT

The theme of this diploma project is «The development of multimedia laboratory work: “Diagnostics of the starter” ».

A detailed theoretical material on the diagnostics of the starter are prepared, the starters design and their classification are considered, the basic requirements and concepts are described in detail.

In the design part of the project we analyze the starters diagnostics very carefully. The main malfunctions of the starter and ways of their diagnostics are listed, various designs of diagnostic stands for starters are considered. The university stand for the starter diagnostics is described in detail. The full amount of material on this topic helps to understand and do the tasks of the laboratory work.

In the research part of the project, the course and methodological instructions for laboratory work are presented, giving information about the settings, and specific tasks, goals and questions. As an example of the laboratory work performance, we recorded a video of it.

The economic section describes in detail all the possible costs for the development of this laboratory work.

In the occupational safety and health section, the consequences of the impact on the environment are discovered. Organizational and technical measures are developed to ensure industrial and environmental safety of the laboratory work.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Теоретические сведения	7
1.1 Назначение стартера	7
1.2 Требования, предъявляемые к стартерам	8
1.3 Классификация стартеров	9
1.4 Обзор конструкции стартера.....	10
1.4.1 Устройство стартера	10
1.4.2 Корпус. Полюсы. Обмотка возбуждения	11
1.4.3 Якорь стартера.....	14
1.4.4 Втягивающее реле.....	16
1.4.5 Обгонная муфта.....	19
1.4.6 Коллекторы. Щетки. Щеткодержатели	21
1.4.7 Крышки. Подшипники	25
1.4.8 Редуктор	27
1.5 Тенденции развития.....	28
1.6 Основные неисправности.....	32
2 Защита интеллектуальной собственности	34
3 Исследовательская часть	35
3.1 Обзор существующих конструкций стендов	35
3.1.1 Стенд Э-250	35
3.1.2 Стенд СДС-1	36
3.1.3 Стенд MD-1.....	37
3.1.4 Стенд НГТУ им. Р.Е. Алексеева.....	39
3.1.5 Стенд СМП-01	40
4. Исследовательская часть	44
4.1 Цель лабораторной работы	44
4.2 Описание лабораторного стенда	44
4.3 Задание для лабораторной работы:	46
4.4 Ход работы:	46

4.5 Оформление отчета.....	49
4.6 Вопросы для самоконтроля.....	50
5 Экономическая эффективность НИОКР.....	51
5.1 Смета затрат на НИОКР.....	52
5.2 Суммарная длительность НИОКР. Техническая готовность по стадиям.	53
5.3 Амортизационные отчисления на применяемое оборудование.....	59
5.4 Экономическая эффективность НИОКР.....	63
6 Безопасность и экологичность объекта.....	64
6.1 Конструкторско-технологическая характеристика объекта.....	64
6.2 Идентификация рисков при выполнении испытаний.....	65
6.3 Методы и средства снижения рисков при проведении испытаний.....	66
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	67
6.5 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.....	69
6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность объекта».....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	76

ВВЕДЕНИЕ

Стартер — основной узел системы запуска автомобильного двигателя, при пуске раскручивающий его коленчатый вал. Несмотря на то что по сравнению с прочими узлами и модулями двигателя технологическое использование стартера носит кратковременный характер, с уверенностью можно утверждать, что данный агрегат — один из наиболее важных агрегатов в двигателе автомобиля.

Как и в любых других системах и узлах двигателя, в системе запуска двигателя со временем также происходит естественный износ, что логичным образом приводит к её некорректной работе. Стартер — наиболее важный её узел. Поэтому, во избежание выхода его из строя, при малейшем сбое в работе хотя бы одного из его компонентов, необходимо безотлагательно определить неисправности стартера путём его диагностики.

Целью данной курсовой работы является разработка лабораторной работы для студентов в виде мультимедийного пособия, изучив которое, они самостоятельно смогут выполнить задание, предложенное в лабораторной работе и получить ценный опыт работы диагностирования поломок стартера.

1 Теоретические сведения

1.1 Назначение стартера

Как следует из самого названия, автомобильный стартер применяется для запуска двигателя внутреннего сгорания. Для этого он обеспечивает первичное вращение коленчатого вала с необходимой частотой. Стартер является неотъемлемой частью электрооборудования любого современного автомобиля. Конструктивно он представляет собой четырехполюсный электродвигатель постоянного тока (рисунок 1.1), получающий питание от аккумуляторной батареи. Забирая напряжения от аккумулятора, электродвигатель увеличивает свою мощность с помощью 4 щёток, которые являются неотъемлемой частью любого автомобильного стартера. Мощность его бывает разной, в зависимости от конкретной модификации автомобиля, однако для запуска большинства бензиновых моторов достаточно стартера мощностью 3 кВт.

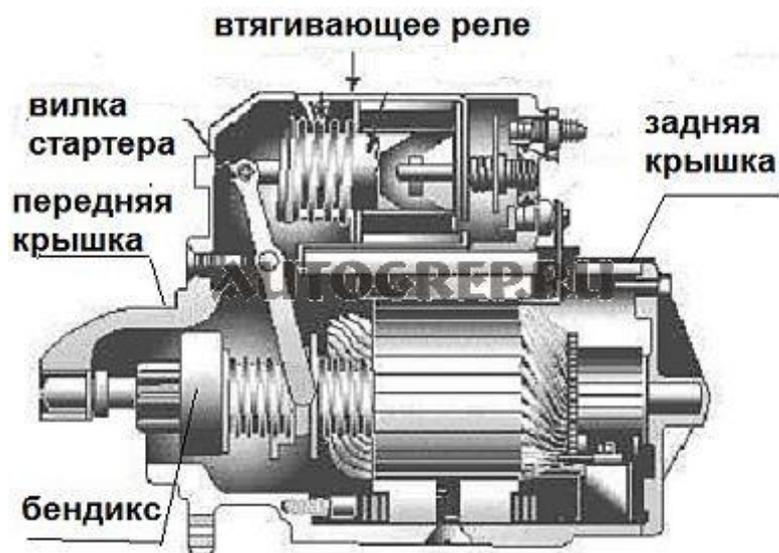


Рисунок 1.1 - Общий вид стартера

1.2 Требования, предъявляемые к стартерам

К стартеру предъявляются следующие требования:

1. Высокая мощность при малых габаритах; при этом стартер должен развивать большой пусковой крутящий момент, потребляя возможно меньший ток.

2. Большая износостойчивость щеток и коллектора

3. Механизм привода стартера должен быть надежным в работе, обеспечивать передачу крутящего момента от вала стартера после введения в зацепление шестерни стартера с шестерней маховика на полную длину зуба, и после пуска двигателя выводить шестерню из зацепления после запуска ДВС для предотвращения разноса стартера.

4. Надежность в работе включающего устройства стартера, обеспечение автоматического выключения стартера после запуска двигателя и предотвращение включения стартера в процессе работы ДВС.

1.3 Классификация стартеров

По принципу сцепляющего механизма стартеры подразделяются на:

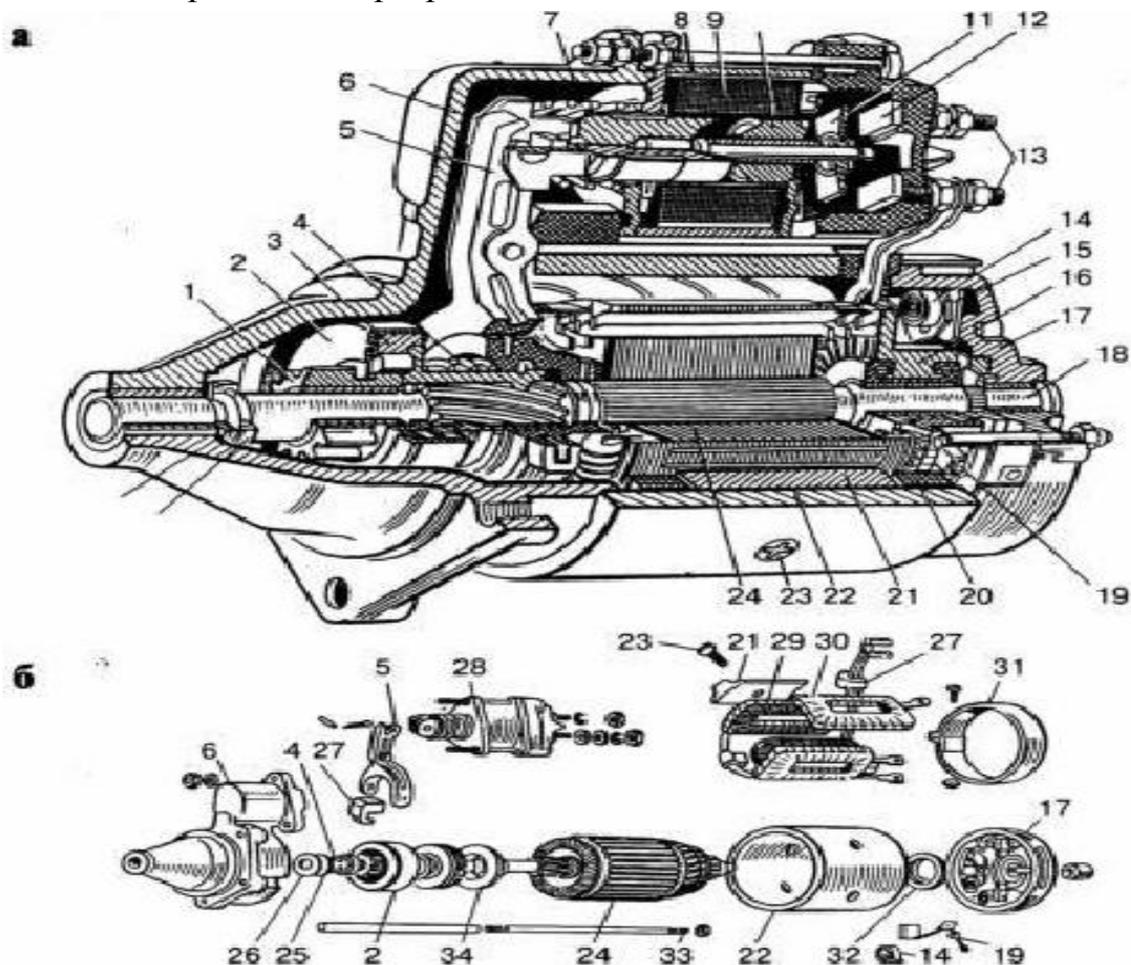
1. с инерционным включением, когда ввод шестерни стартера в зацепление с маховиком и вывод ее из зацепления происходят автоматически;
2. с механическим включением, когда ввод шестерни в зацепление и вывод ее из зацепления производятся принудительно;
3. с самовыключением шестерни, когда ввод шестерни в зацепление с маховиком происходит принудительно, а вывод ее из зацепления – автоматически.

По способу управления стартеры подразделяются на:

1. стартеры с непосредственным механическим включением
2. стартеры с дистанционным электромагнитным включением, обеспечивающим включение и выключение с помощью кнопки или комбинированного включения зажигания, а также тягового реле и реле включения

1.4 Обзор конструкции стартера

1.4.1 Устройство стартера



а – общий вид; б – детали стартера; 1 – шестерня привода; 2 – обгонная муфта; 3 – ведущая обойма обгонной муфты; 4 – пружина буферная; 5 – рычаг включения привода; 6 – крышка со стороны привода; 7 – пружина возвратная; 8 – корпус втягивающего реле; 9 – обмотка втягивающего реле; 10 – сердечник втягивающего реле; 11 – контактная подвижная пластина; 12 – неподвижный контакт со стороны коллектора; 13 – болты контактные; 14 – пружина щеточная; 15 – щеткодержатель; 16 – коллектор; 17 – крышка со стороны коллектора; 18 – вал якоря с винтовыми шлицами; 19 – щетка; 20 – катушка обмотки возбуждения; 21 – полюс; 22 – корпус стартера; 23 – винт полюсный; 24 – якорь электродвигателя; 25 – кольцо упорное; 26 – шайба

регулирующая; 27 – резиновые заглушки; 28 – втягивающее реле; 29 – последовательная обмотка возбуждения; 30 – параллельная обмотка возбуждения; 31 – лента защитная; 32 – тормозной диск; 33 – шпилька стяжная; 34 – ограничитель хода шестерни

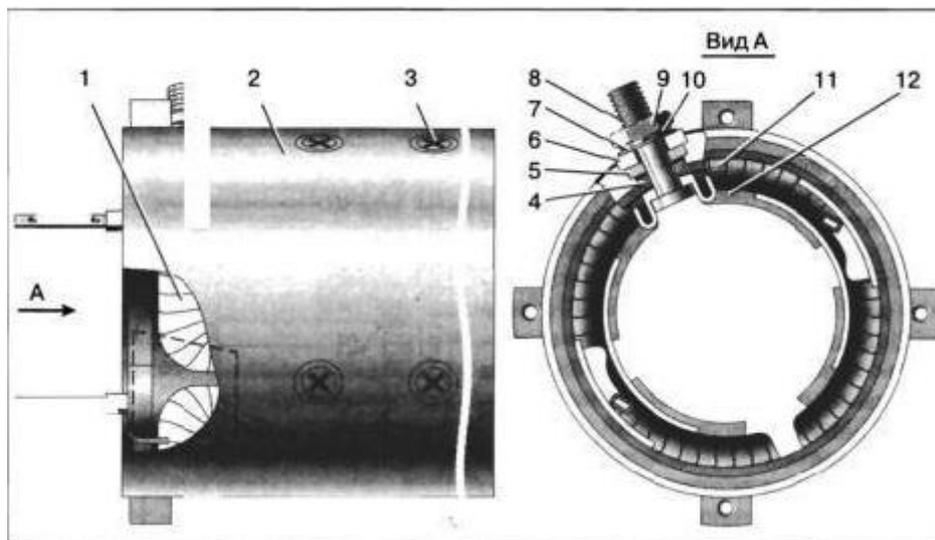
Рисунок 1.2 - Стартер СТ221

Рассмотрим детали из которых состоит стартер (рисунок 1.2). Это корпус 22, внутрь которого установлены 4 полюса 21 с катушками обмотки возбуждения 20. В корпусе с помощью втулок в задней и передней крышках крепится якорь 24. На якорь набирается сердечник с обмоткой. Концы обмотки соединяются с медным коллектором 16, установленном на якоре. В задней крышке стартера крепится щеточный узел с щеткодержателями 15, щетками 19 и щеточными пружинами 14. На шлицевом соединении якоря устанавливается обгонная муфта (бендикс) 2 с шестерней. С помощью подвижного «коромысла» к муфте свободного хода крепится втягивающее реле 28.

1.4.2 Корпус. Полюсы. Обмотка возбуждения

Корпус электростартера производится из трубы или стальной полосы (сталь 10 или Ст2) с дальнейшей сваркой стыка. Для лучшей герметичности в корпусе отсутствуют окна для доступа к щеткам. Длина корпуса в 1,6-2 раза больше длины пакета якоря. Толщина корпуса составляет 0,05-0,08 диаметра корпуса. Обмотка возбуждения крепится к корпусу с помощью выводных болтов, которые устанавливаются в специальные отверстия. Для установки уплотнительных колец в корпусе могут быть предусмотрены установочные прорези и конусообразные проточки.

Полюсы 12 с катушками обмотки возбуждения 1 крепятся к корпусу винтами 3 (рисунок 1.3).



1 – катушка; 2 – корпус; 3 – полюсный винт; 4 – втулка изоляционная; 5,6 – уплотнительная и изоляционная шайбы соответственно; 7 – шайба; 8 – болт выводной; 9 – гайка М12; 10 – шайба пружинная; 11 – изолирующий материал; 12 – полюс.

Рисунок 1.3 - Корпус стартера СТ142-Б в сборе

Все автомобильные стартеры изготавливают четырехполюсными. Катушки последовательных и параллельных обмоток возбуждения крепятся на разных полюсах, следовательно, количество катушек и полюсов равны. Для крепления передней части якоря стартера в корпусе предусмотрены резьбовые технологические отверстия. Горячекатаные или штампованные полюсы (рисунок 1.4) стартера изготавливаются из профильной стали и состоят из магнитопровода и полюсных наконечников.

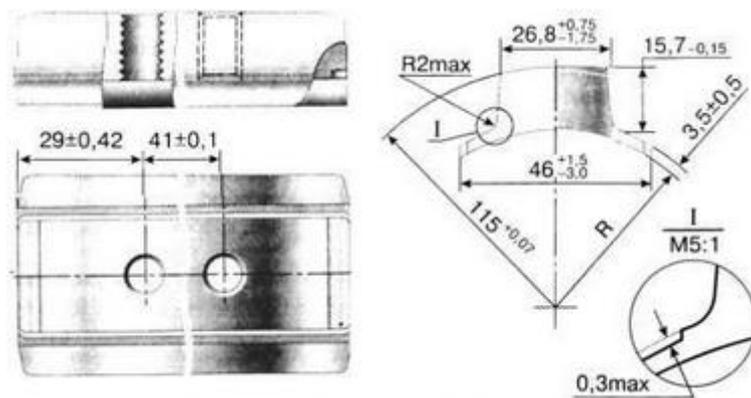
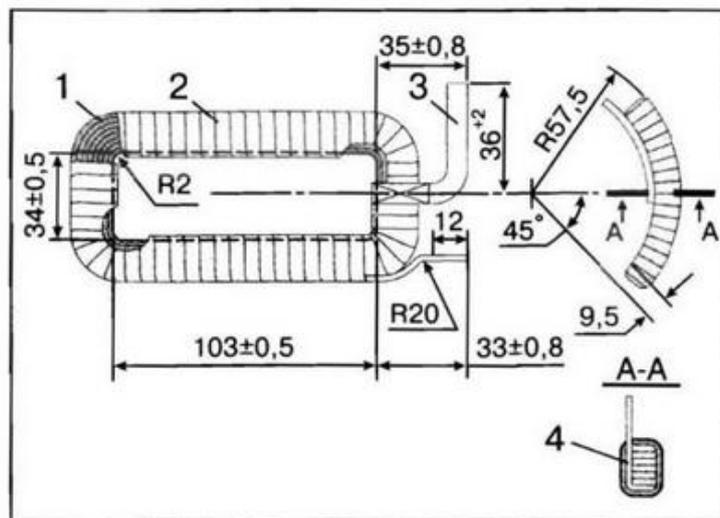


Рисунок 1.4 - Полюс стартера СТ142-Б

Катушки с последовательной обмоткой возбуждения (рисунок 1.5) содержат небольшое количество витков неизолированного медного провода 3 прямоугольного сечения. Витки катушки изолируются с помощью электроизоляционного картона, толщина которого составляет $0,2 \div 0,4$ мм. Катушки с параллельной обмоткой наматывают изолированным круглым проводом.



1 – изолирующий материал между двумя витками; 2 – лента батистовая; 3 – провод ПММ; 4 – прокладка.

Рисунок 1.5 - Катушка возбуждения стартера СТ142-Б

Внешняя изоляция катушек производится с помощью хлопчатобумажной тафтяной или батистовой ленты. Толщина внешней изоляции после пропитки лаком и просушки составляет $1 \div 1,5$ мм. При изоляции катушек большие перспективно использование полимерных материалов. При их применении можно получить равномерные по толщине покрытия, устойчивые к агрессивному воздействию среды и повышенным температурным нагрузкам.

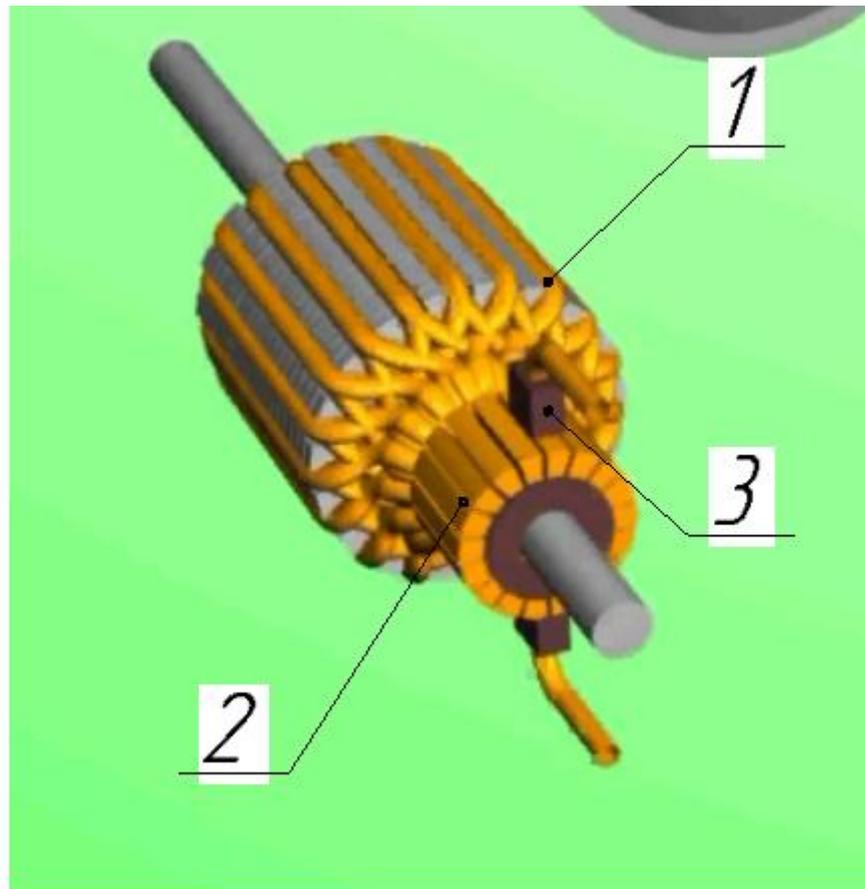
1.4.3 Якорь стартера

Следующая деталь стартера – якорь. Якорь стартера представляет собой вал, на который набирается сердечник из листов электротехнической стали (рисунок 1.6) и запрессовываются коллекторные пластины.



Рисунок 1.6 - Набор сердечника на вал якоря

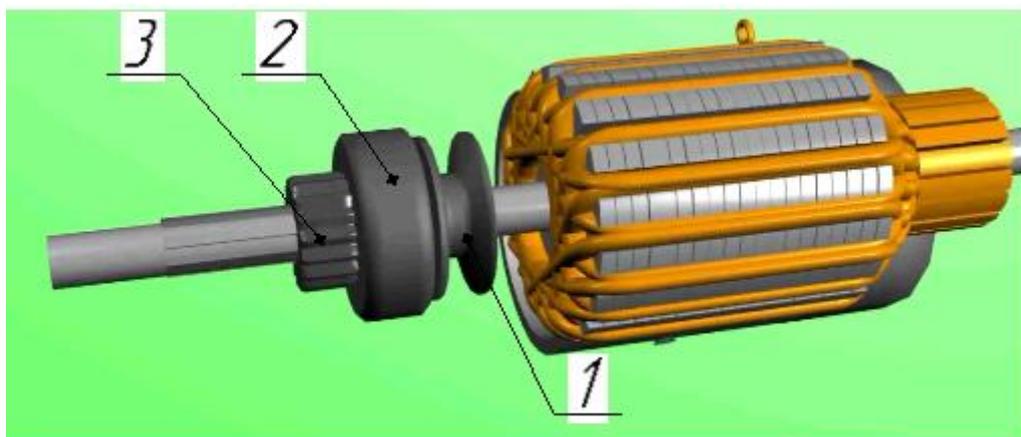
В пазы сердечника устанавливается обмотка сердечника, концы обмотки соединяются с медным коллектором. Обмотка якоря стартера, как правило, одно- или двух витковая, выполненная из неизолированного провода (провод прямоугольного сечения). Пазы сердечника изготавливаются прямоугольной или грушевидной формы. К коллектору подходят 2 положительные щетки от обмотки возбуждения и 2 отрицательные щетки, которые соединяются с массой стартера. Коллектор якоря стартера может быть как торцевым, так и цилиндрическим. Он состоит из медных пластин и механических прокладок (использующихся в качестве изоляции).



1 – сердечник стартера с обмоткой; 2 – коллектор; 3 – отрицательная щетка стартера

Рисунок 1.7 - Якорь стартера

На якоре имеется шлицевое соединение, на которое устанавливается направляющее 1 и бендикс 2 с шестерней 3 (рисунок 1.8). Шлицевое соединение позволяет им свободно перемещаться вдоль вала якоря, и в то же время при его вращении передавать крутящий момент на шестерню стартера. В передней и задней крышке корпуса устанавливаются втулки, изготовленные из латуни или меди, на которые крепится якорь.



1 – направляющее; 2 – бендикс; 3 – шестерня стартера

Рисунок 1.8 - Якорь стартера

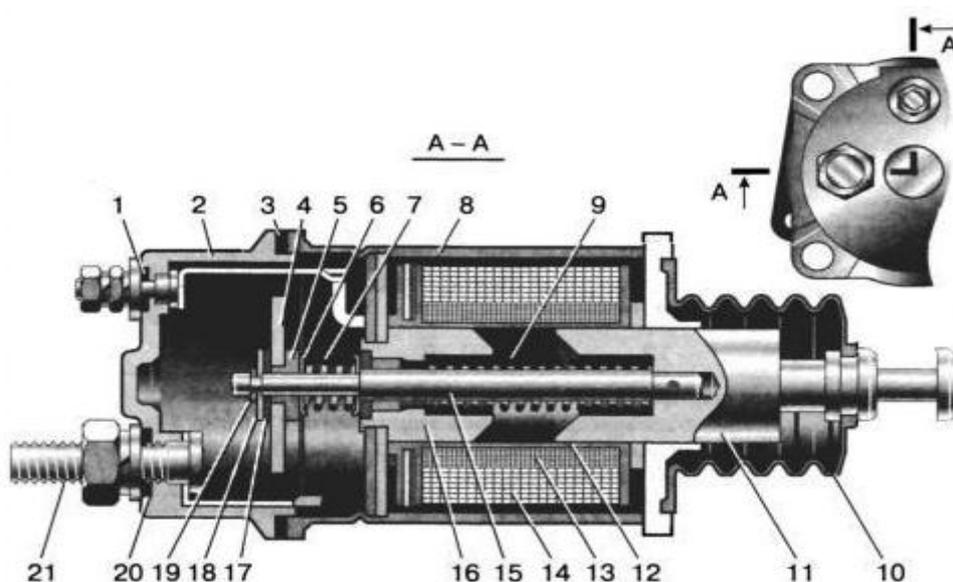
1.4.4 Втягивающее реле

Втягивающее реле или тяговое реле, которое предназначено для удаленного контроля над состоянием стартера, ввода и вывода его из зацепления с двигателем внутреннего сгорания. Принцип работы устройства базируется на электромагнетизме. Втягивающее реле крепится к корпусу стартера. Сердечник тягового реле соединен с помощью вилки с муфтой свободного хода. На сердечник в виде трубки намотан медный проводник, к которому от аккумуляторной батареи подходит ток управления, и при прохождении через него тока создаётся магнитное поле. Якорь, который свободно ходит в трубке, под действием силового поля начинает втягиваться внутрь. В корпусе задней части втягивающего реле находятся силовые контакты – «пятаки», и подвижный контакт-перемычка, выполненные из мягких металлов. «Пятаки» выполняются в виде обычных болтов, и запрессовываются в эбонитовую крышку втягивающего реле. На пятаки производится крепление силовых проводов от аккумуляторной батареи и плюсовых щеток стартера с помощью гаек.

Реле выполняется с одной или с двумя обмотками, намотанными на втулку, изготовленную из латуни, в которой свободно перемещается

стальной якорь 11 (рисунок 1.9). Якорь толкает шток 15 с подвижным контактным диском 4, который замыкает 2 силовых контакта. При замыкании контактов ток начинает идти по цепи, и стартер запускается. При выключении стартера катушка размагничивается, и все детали под действием возвратных пружин принимают исходное положение.

В реле, выполненном с двумя обмотками, функция удерживающей обмотки 13 состоит только в удержании якоря реле 11 в притянутом к сердечнику 16 положении. Удерживающая обмотка наматывается проводом меньших размеров и имеет прямой выход на «массу».



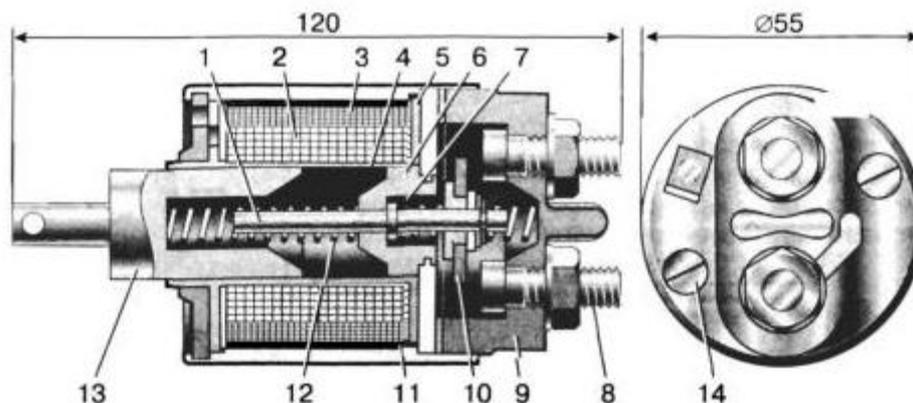
1,20 – уплотнительные резиновые шайбы; 2 – крышка реле; 3 – уплотнительное резиновое кольцо; 4 – диск контактный; 5 – втулка изоляционная; 6 – чашка; 7 – пружина (проволока $(1,3 \pm 0,03 \text{ мм})$); 8 – корпус реле; 9 – пружина возвратная (проволока $(16 \pm 0,03 \text{ мм})$); 10 – сильфон резиновый; 11 – якорь реле (сталь 10, ГОСТ 1050-88); 12 – каркас катушки; 13,14 – удерживающая и втягивающая обмотки соответственно; 15 – шток стальной; 16 – сердечник реле (сталь 10, ГОСТ 1050-88); 17 – шайба изоляционная; 18 – шайба; 19 – скоба; 21 – болт контактный (проволока МТ)

Рисунок 1.9 - Тяговое реле стартера СТ142-Б с неразделенной контактной системой

Подключение втягивающей обмотки 14 осуществляется параллельно контактам реле. В момент включения реле втягивающая обмотка действует совместно с удерживающей и создает требуемую силу притяжения, когда зазор между якорем 11 и сердечником 16 максимален. В процессе работы стартера замкнутые контакты тягового реле шунтируют втягивающую обмотку, ток перестает поступать на нее, и она отключается.

Конструкция контактных систем может быть разделенной или неразделенной. При неразделенной контактной системе (рисунок 1.9) подвижный контакт оборудован пружиной 7. Возвратная пружина 9 производит перемещение контактного диска в первоначальное положение.

Подвижный контактный диск 10 (рисунок 1.10) в разделенной контактной системе жестко не связывается с якорем 13 реле. Установка контактного диска, производимая между изоляционной втулкой и шайбой на штоке, обеспечивает надежное соединение контактов реле при возможном перекосе и смещении диска вдоль оси штока за счет сжатия пружин контактной системы..



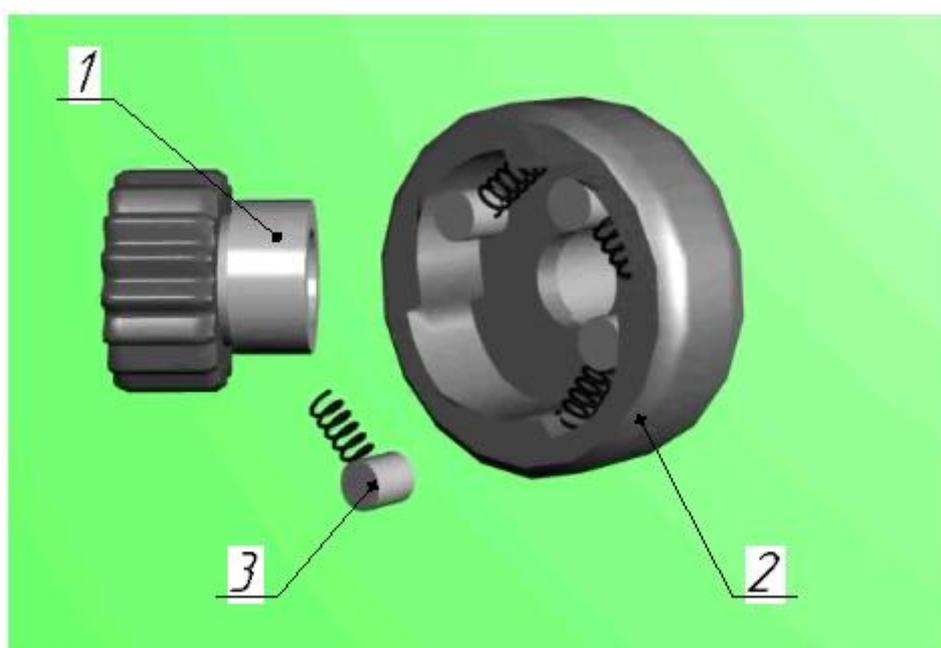
1 – шток; 2,3 – втягивающая и удерживающая обмотки соответственно; 4 – втулка; 5 – каркас катушки; 6 – сердечник реле; 7,12 – пружины; 8 – болт контактный; 9 – крышка реле; 10 – диск контактный; 11 – корпус реле; 13 – якорь реле; 14 – винт

Рисунок 1.10 - Тяговое реле стартера 29.3708 с разделенной контактной системой

1.4.5 Обгонная муфта

Обгонную муфту часто называют бендиксом или муфтой свободного хода. Она передает крутящий момент от якоря через шестерню стартера на маховик при запуске двигателя и в то же время не передает крутящий момент от маховика на якорь сразу после запуска двигателя.

Обгонная муфта состоит из внутренней обоймы 1 (рисунок 1.11), конструктивно объединенной с шестерней, и корпуса муфты, который имеет внешнюю обойму 2. Внутри бендикса устанавливаются ролики 3 с прижимными пружинами, которые упираются в отогнутые лепестки держателя пружин, соединенного с внешней обоймой. Внешняя обойма бендикса сидит на шлицевой части якоря.



1 – внутренняя обойма с шестерней; 2 – внешняя обойма; 3 – ролик с нажимной пружиной

Рисунок 1.11 - Устройство обгонной муфты

В свободном состоянии пружины толкают ролики в наиболее узкую часть между внутренней и внешней обоймой. При начале вращения якоря с

помощью шлицевой втулки крутящий момент передается на внешнюю обойму. При этом за счет действия сил трения между обоймами и роликами и прижимных пружин внутренняя и внешняя обоймы заклиниваются. Обе обоймы вращаются с одинаковой скоростью и передают крутящий момент на шестерню (рисунок 1.12), а когда шестерня входит в зацепление с маховиком, он начинает вращаться.

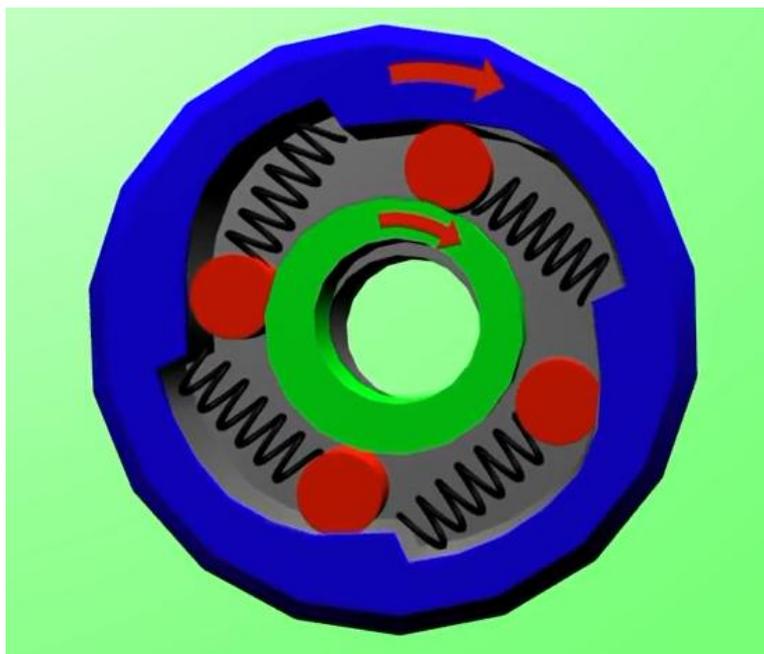


Рисунок 1.12 - Заклинивание обгонной муфты

Сразу после запуска двигателя маховик начинает вращаться значительно быстрее, и уже он крутит шестерню стартера. Если шестерня начинает вращаться очень быстро, значит очень быстро вращается ее внутренняя обойма. В этом случае она выталкивает ролики, сжимая пружины, из самой узкой части бендикса (рисунок 1.13).

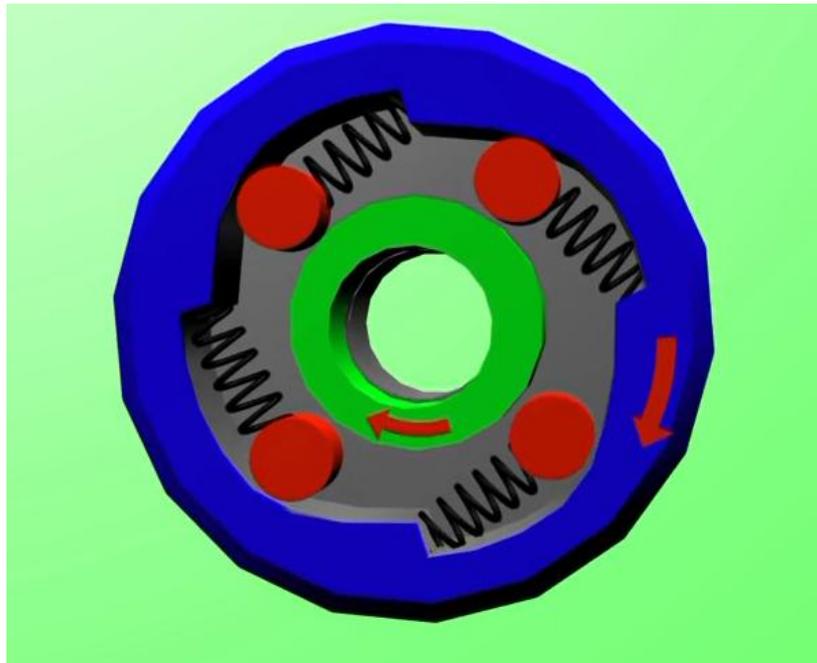


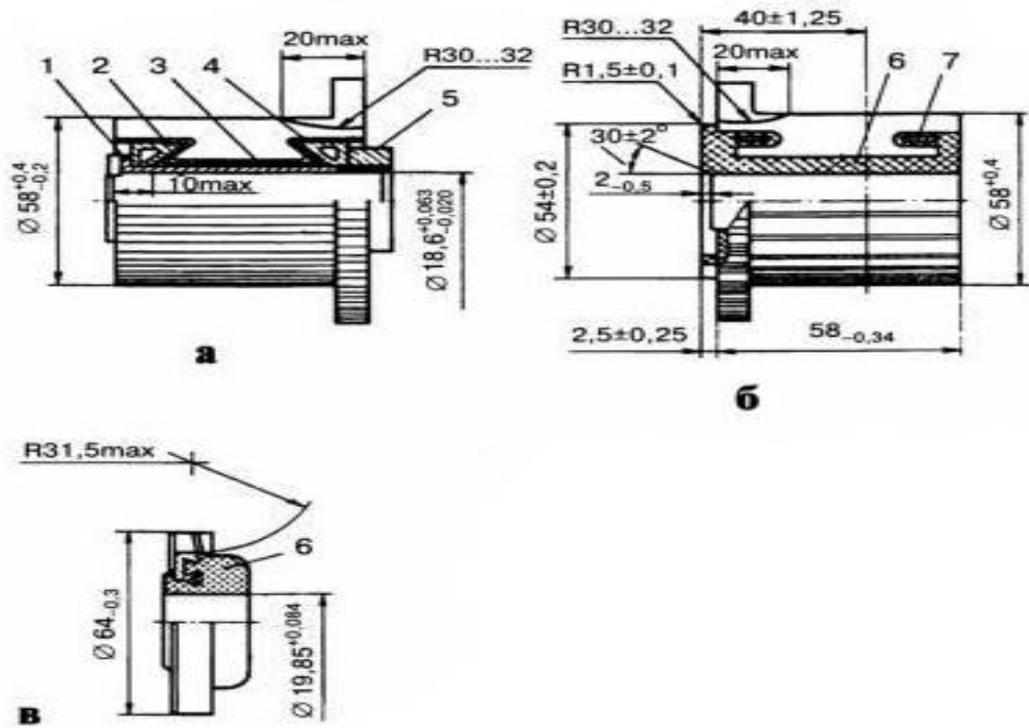
Рисунок 1.13 - Выталкивание роликов внутренней обоймой

Следовательно, вращение внутренней обоймы не передается на внешнюю обойму. Это значит, что якорь вращается со своей обычной скоростью и ему ничего не грозит.

1.4.6 Коллекторы. Щетки. Щеткодержатели

Коллекторы стартера подразделяются на цилиндрические коллекторы на металлической втулке, и цилиндрические и торцовые коллекторы с корпусом, изготовленным из пластмассы.

На стартерах большой мощности применяют сборные цилиндрические коллекторы (рисунок 1.14, а). Их изготавливают из медных пластин и изолирующих прокладок. Прокладки выполнены из миканита, слюдинита или слюдопласта. На боковых опорных поверхностях с помощью нажимных металлических колец 2 и изоляционных корпусов 4 устанавливаются пластины. Изоляция пластин, установленных на вале якоря, производится с помощью цилиндрической миканитовой втулки.



а – цилиндрический коллектор на металлической втулке (СТ142); б – цилиндрический коллектор с пластмассовым корпусом (СТ142); в – торцовый коллектор(29.3708); 1 – втулка металлическая; 2 – кольцо нажимное; 3 – изоляционный материал втулки; 4 – изоляционный корпус; 5 – гайка; 6 – корпус; 7 – кольцо армированное.

Рисунок 1.14 - Коллекторы электростартеров

Рабочая поверхность коллектора должна иметь строго цилиндрическую форму. Точность производства соединяемых деталей оказывает влияние на целостность конструкции и биение рабочей поверхности сборных цилиндрических коллекторов.

Исходный вид сборного цилиндрического коллектора может измениться в процессе использования по причине пластичности изоляционных прокладок между пластинами. Это приводит к повышенному искрению под щетками.

Пластмасса служит формирующим элементом в цилиндрических коллекторах с пластмассовым корпусом (рисунок 1.14, б). Независимо от

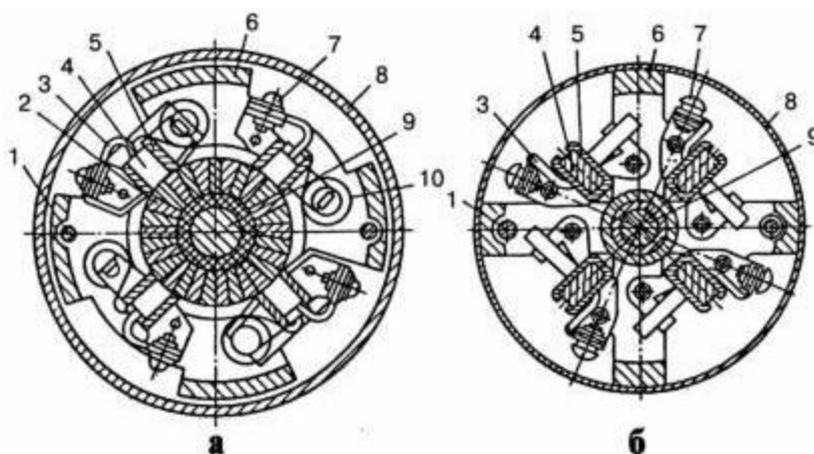
конфигурации и точности производства коллекторных пластин, она плотно охватывает соединяемые поверхности, изолирует пластины от вала и воспринимает нагрузки.

Для того, чтобы улучшить прочность коллектора, применяют армированные кольца, изготовленные из металла и пресс-материала (чаще всего пластмасса АГ-4С). При малых габаритах коллектор может быть изготовлен из цельной цилиндрической заготовки, которую после опрессовывания пластмассой разрезают на отдельные ламели.

В сравнении с цилиндрическими коллекторами у торцовых коллекторов гораздо меньшие размеры и металлоемкость. Рабочая поверхность торцового коллектора перпендикулярна к оси вращения якоря. В процессе производства торцового коллектора из медной втулки сформировывается пластина в виде диска с отверстием, пазами прямоугольной формы по числу необходимых пластин и кольцевыми выступами. Со стороны выступов диск опрессовывается пластмассой. Для того, чтобы напрессовать на вал коллектор, в корпусе прошивают внутреннее отверстие. Чтобы разделить пластины, по наружному диаметру коллектора производят его обсечку.

В стартере с применением цилиндрического коллектора на крышке 6 со стороны коллектора устанавливаются коробчатые щеткодержатели 5, в которых крепятся щетки. Пружины спирального типа обеспечивают нужное удельное давление щеток на коллектор (30-120 кПа).

Щеткодержатели отделяются от крышки с помощью изоляционного материала (например, текстолита). В особо мощных стартерах в каждом щеткодержателе устанавливается две щетки.



а – щеточный узел стартера СТ230-Б с цилиндрическим коллектором; б – стартера 29.3708 с торцовым коллектором; 1 – болт стяжной; 2 – коллектор; 3 – канатик щетки; 4 – щетка; 5 – щеткодержатель; 6 – крышка со стороны коллектора; 7 – винт крепления канатика щетки; 8 – защитный кожух; 9 – вал якоря; 10 – пружина.

Рисунок 1.15 - Щеточно-коллекторные узлы стартеров

Щетки 4 (рисунок 1.15, б) в торцовых коллекторах располагают в пластмассовой или металлической траверсе и прижимают витыми пружинами цилиндрической формы к рабочей поверхности. Щетки имеют канатики 3. С помощью винтов 7 они прикрепляются к щеткодержателям 5. Как правило щетки устанавливают на геометрической нейтрали. Для наилучшей коммутации в некоторых стартерах производят смещение щеток с геометрической нейтрали на малый угол против направления вращения.

Щетки в щеткодержателях должны перемещаться свободно, не допускается сильный боковой люфт. В электростартерах применяют медно-графитные щетки с добавлением свинца и олова. Повышенное содержание графита используют в щетках стартеров большой мощности, а также при тяжелых условиях эксплуатации.

1.4.7 Крышки. Подшипники

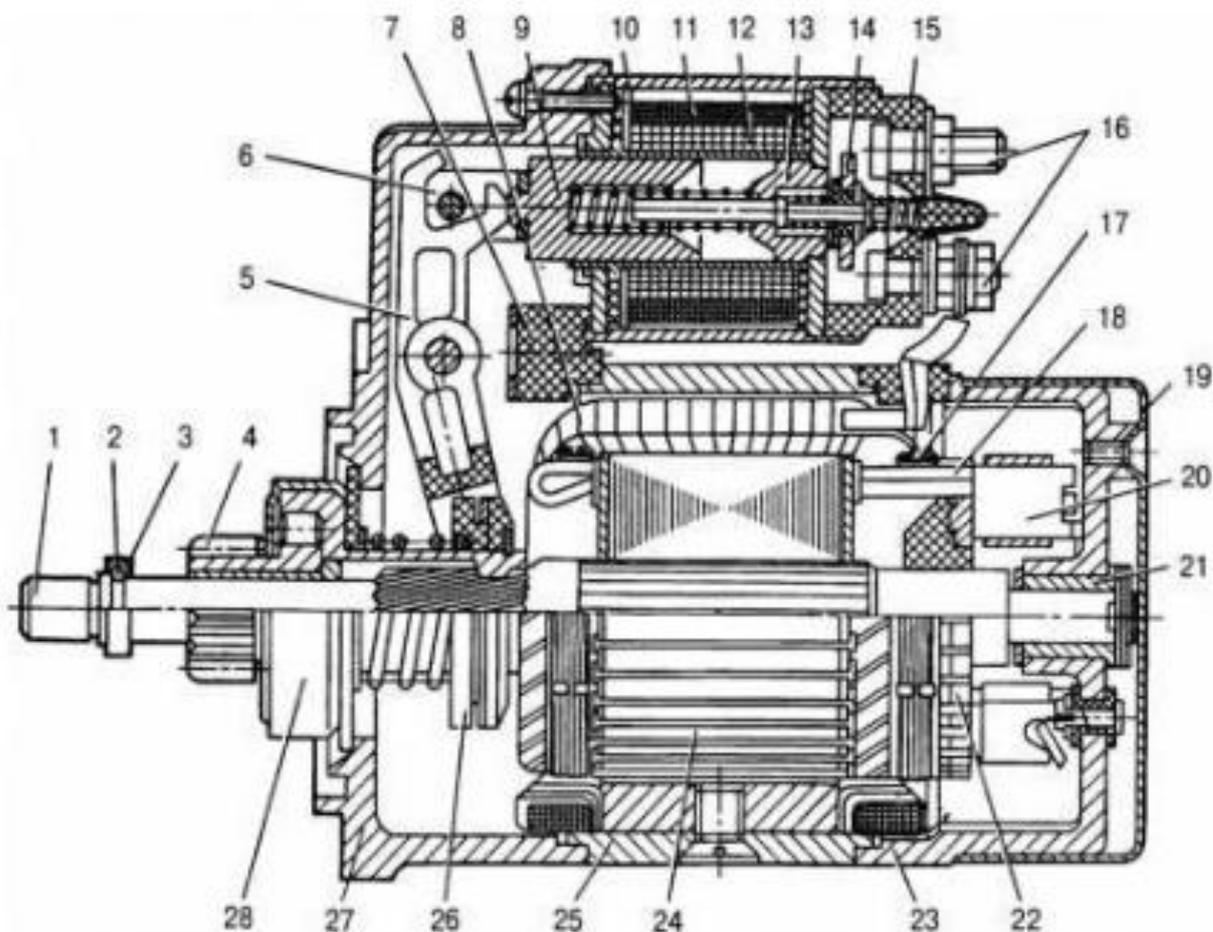
Со стороны коллектора крышку стартера производят методом литья из чугуна, стали, сплава алюминия или цинка, а также штамповки из стали. Форма крышек дисковая, либо колоколообразная. Для доступа к щеткам в крышках колоколообразной формы есть предусмотренные окна.

Со стороны привода крышку стартера производят методом литья из алюминиевого сплава или чугуна. Конструкция крышки зависит от материала, из которого она изготовлена, типа механизма привода, способа крепления стартера на двигателе и тягового реле на стартере.

Для болтов крепления стартера в установочных фланцах крышки расположено от двух отверстий. Крепление стартера к картеру сцепления с помощью фланцев дает возможность сохранить неизменность межосевого расстояния в зубчатом зацеплении при снятии и повторной установке стартера. В крышке предусматривается отверстие, позволяющее входить в зацепление шестерне привода с венцом маховика.

Подшипники скольжения устанавливают в крышках и промежуточной опоре. Промежуточная опора предусмотрена в стартерах с диаметром корпуса более 115 мм. Подшипники смазывают в процессе производства и при необходимости во время технического обслуживания в эксплуатации. В мощных стартерах для грузовых автомобилей бобышки подшипников имеют масленки с резервуарами для смазочного материала и смазочными фильцами.

На автомобилях ВАЗ моделей 2108 и 2109 установлен стартер 29.3708, который имеет лишь одну опору в крышке 23 со стороны коллектора (рисунок 1.16). Вторая опора со стороны привода предусмотрена в картере сцепления.

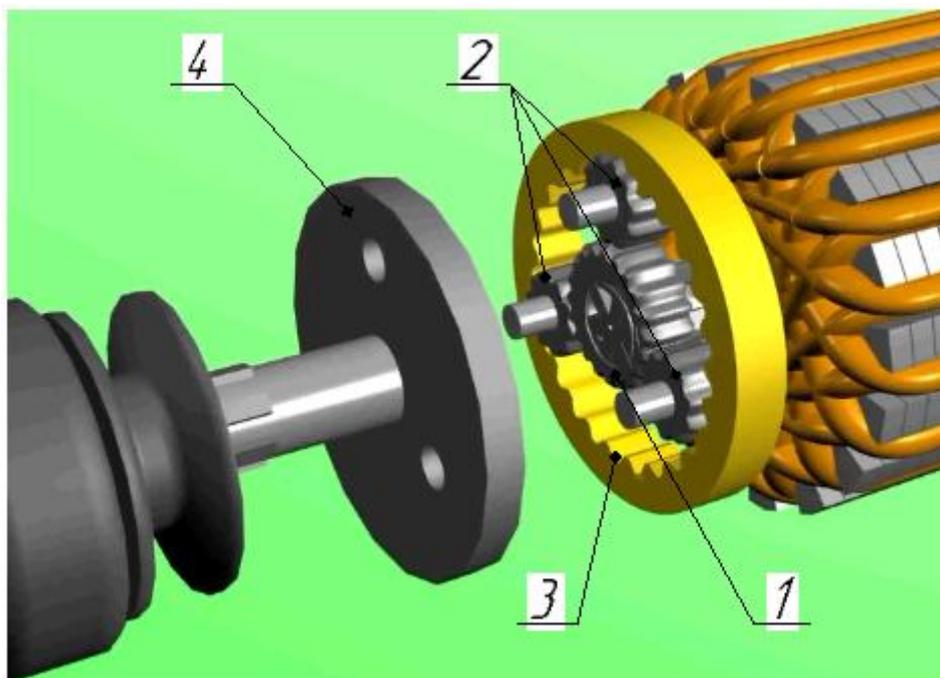


1 – вал якоря; 2 – кольцо замковое; 3 – кольцо упорное; 4 – шестерня привода; 5 – рычаг привода; 6 – втягивающее реле; 7 – заглушка уплотнительная; 8 – катушка обмотки возбуждения; 9 – якорь втягивающего реле; 10 – корпус втягивающего реле; 11 – обмотка удерживающая; 12 – обмотка втягивающая; 13 – сердечник втягивающего реле; 14 – подвижный контакт; 15 – крышка втягивающего реле; 16 – болты контактные; 17 – бандаж лобовой части обмотки якоря; 18 – обмотка якоря; 19 – кожух защитный; 20 – щетка; 21 – вкладыш подшипника; 22 – торцовый коллектор; 23 – крышка со стороны коллектора; 24 – якорь стартера; 25 – корпус стартера; 26 – муфта поводковая; 27 – крышка со стороны привода; 28 – роликовая обгонная муфта.

Рисунок 1.16 - Электростартер 29.3708 с одной опорой в крышке со стороны коллектора

1.4.8 Редуктор

Современные стартеры за счет применения магнитов имеют меньшие габариты. Поскольку якорь вращается с большей частотой, возникает необходимость в установке довольно сложного планетарного редуктора. В этом случае вал якоря состоит из 2 частей.



1 – центральная шестерня; 2 – планетарные шестерни; 3 – корончатая шестерня; 4 - водило

Рисунок 1.17 - Устройство коллектора

На второй части якоря устанавливается бендикс с шестерней стартера. На основном вале якоря устанавливается центральная (солнечная) шестерня 1 (рисунок 1.17), в зацеплении с ней устанавливаются планетарные шестерни (сателлиты) 2, которые вращаются на осях. На сателлиты устанавливается корончатая шестерня 3. На оси сателлитов устанавливается водило 4, которое изготавливается заодно со второй частью вала. Таким образом передается крутящий момент от якоря на шестерню стартера через планетарный редуктор. Такие стартеры называют редукторными.

Совершенно очевидно, что провести качественную диагностику неисправности стартера намного удобнее, если он находится перед вами на рабочем столе, а не висит где-то внизу двигателя, в самом недоступном его месте. Только когда агрегат находится у вас в руках, возможна его полная проверка на неисправности, последующее техническое обслуживание и ремонт.

Для удобного демонтажа и монтажа стартера необходимо всего лишь наличие стандартного набора ключей и накидных головок. Осуществлять его демонтаж и монтаж удобнее всего, когда автомобиль находится на смотровой яме. В этом случае облегчается доступ к крепёжным гайкам, удерживающим стартер на специальных шпильках внизу двигателя. Кроме того, наличие ямы позволит более тщательно прослушать, как работает стартер при запуске двигателя, определить характер возможных посторонних шумов, возникающих в его корпусе в процессе включения зажигания.

1.5 Тенденции развития

В настоящее время в нашей стране и за рубежом большое внимание уделяется совершенствованию электромеханических систем автомобильного транспорта. Важнейшими из этих систем, по влиянию на надежность весогабаритные показатели и стоимость всего автомобиля, являются электромеханические системы запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и генерирования электроэнергии при отборе мощности с вала ДВС.

Увеличить надежность, снизить весогабаритные показатели и стоимость автомобиля позволяют редукторные стартер-генераторы. Это достигается за счет замены двух электрических машин, стартера и генератора, одной - стартер-генератором, а также повышения, за счет редуктора, частоты вращения этой машины.

В наши дни в мире наблюдается тенденция к увеличению числа и мощности потребителей в современных автотранспортных средствах. Это связано с ростом требований к экологии, комфорту и безопасности автомобиля, которые предъявляют современные покупатели. Эти требования приводят к тому, что уже сегодня необходимо использование стартер-генераторов, мощность которых должна быть более 6 кВт.

Данная проблема решается путем появления гибридных автомобилей с комбинированной силовой установкой (КСУ), включающей ДВС и безредукторный стартер-генератор, который устанавливается в зоне коленчатого вала ДВС, что наряду с необходимой мощностью также обеспечивает слияния двух отдельных комплектующих автомобиля - стартера и генератора. Это решение позволяет повысить надежность и безопасность автомобиля за счет уменьшения количества составляющих его элементов и сохранения работоспособности при поломке электрической машины или ДВС.

Наиболее важным аспектом является вопрос экологии. С помощью увеличения мощности стартер-генератора в КСУ снижаются токсичные выбросы в атмосферу за счет трогания автомобиля на электрической тяге и обеспечения наилучшего режима работы ДВС. Также возможен режим рекуперативного торможения. Значительно снижается шум при запуске.

Наиболее полно требованиям технологичности, бесконтактности, надежности при высоких частотах вращения вала отвечают синхронная машина (СМ) с постоянными магнитами и асинхронная машина (АМ) с короткозамкнутым ротором. Они наиболее просты по конструкции из всех электромеханических преобразователей энергии, а асинхронная машина имеет минимальную стоимость.

Таким образом, для автомобильного транспорта необходима разработка специальных электромеханических систем с электрическими машинами, которые создают значительные моменты в пусковых режимах, а

также позволяют вырабатывать электроэнергию в широком диапазоне частот вращения вала ДВС в генераторных режимах.

В перспективе автомобили немислимы без ИСГ или применения специализированного гибридного привода. Этой проблемой занимаются ведущие отечественные и зарубежные автомобильные и электротехнические фирмы. В качестве объединённой электрической машины для использования в качестве СГ рассматриваются 3 типа: асинхронная с к.з. ротором (рисунок 1.18), синхронная с постоянными магнитами (рисунок 1.19) и вентильная индукторно-реактивная машина (ВИРМ) (рисунок 1.20). Если первые 2 типа машин хорошо известны, то сведения о ВИРМ практически отсутствуют даже в специальной технической литературе. Большинство специалистов отдаёт предпочтение именно этой машине. Её отличают простота конструкции и меньшие затраты при изготовлении.



а - статор, б - ротор

Рисунок 1.18 - Асинхронный СГ фирмы Bosch



Рисунок 1.19 - Синхронный СГ фирмы Sachs

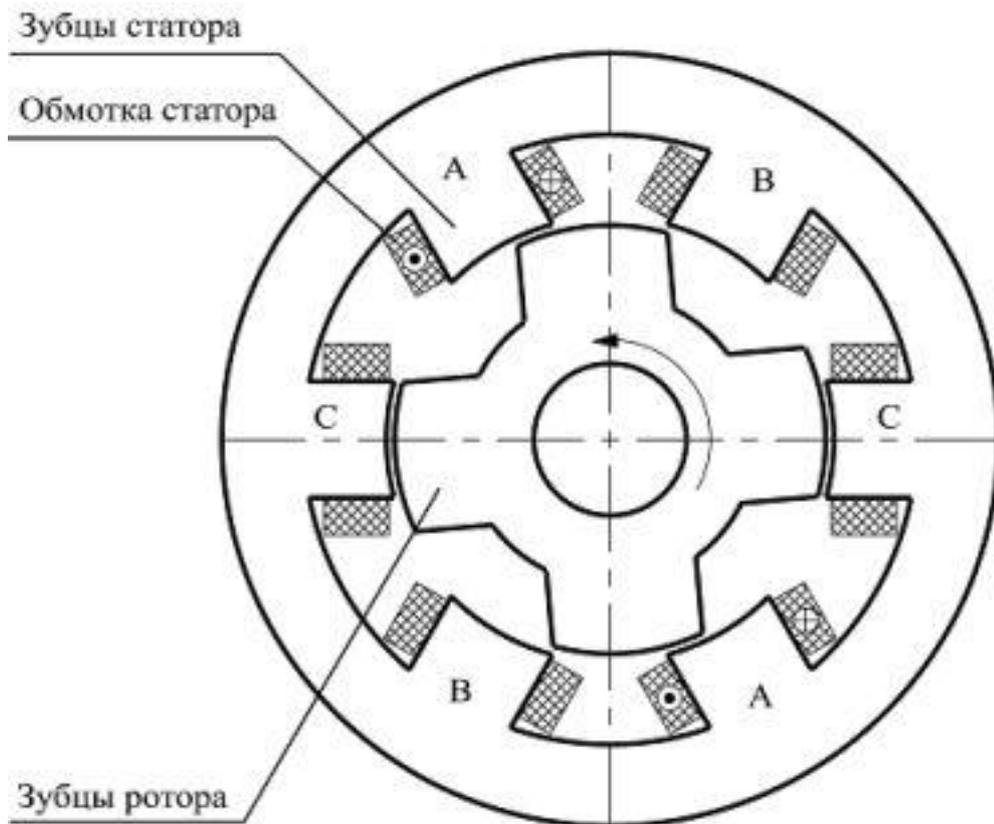


Рисунок 1.20 - ВИРМ для СГУ

1.6 Основные неисправности

Самой распространенной неисправностью любой электрической цепи является плохой контакт. Поэтому, если водитель заметил какое-то изменение в работе стартера, в первую очередь следует проверить надежность контактов и крепление самого стартера.

В современном стартере могут упасть магниты. Можно устранить эту неисправность, самостоятельно приклеив магниты, главное не перепутать их полярность.

При длительном периоде эксплуатации могут изнашиваться опорные втулки, в которых вращается якорь. В этом случае щетки не прикасаются всей своей поверхностью к коллектору, контакт щетки и коллектора будет происходить в каком-то одном месте. Так как здесь проходит пусковой ток 400А, происходит очень интенсивное искрение. Щетки подгорают и очень быстро изнашиваются. В этом случае необходима замена щеток, проточка коллектора и, как правило, замена опорных втулок.

После длительного периода эксплуатации в бендиксе могут изнашиваться ролики. При износе они уменьшаются в диаметре и не блокируют в узкой части бендикса внутреннюю и внешнюю обойму. При включении стартера будет вращаться якорь и внешняя обойма, а блокировки с внутренней обоймой не происходит, поэтому шестерня стартера вращаться не будет. Данную неисправность можно устранить заменой бендикса.

Наиболее распространенной неисправностью стартера является неисправность втягивающего реле. К примеру, может произойти так называемое «залипание» якоря. То есть, когда якорь замыкает два токоведущих контакта, через него проходит ток 400А. В этом случае проскакивает электрическая искра, якорь может нагреваться до температуры в 1000°С. При такой температуре медь плавится и как бы припаивается к

контактам. В этой ситуации даже при выключении зажигания якорь стартера все равно продолжает вращаться, поскольку пятак не может оторваться от контакта. В этой ситуации следует как можно быстрее снять клеммы с аккумуляторной батареи, чтобы отключить стартер. Для исправления неисправности следует произвести замену втягивающего реле.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено.

3 Исследовательская часть

3.1 Обзор существующих конструкций стендов

3.1.1 Стенд Э-250

Стенд контрольно-измерительный Э-250М-02 с микропроцессорным управлением, цифровой обработкой сигнала и беспроводной связью с компьютером.



Рисунок 3.1 - Внешний вид стенда Э-250М-02

Стенд Э-250М-02 (рисунок 3.1) предназначен для измерения силы постоянного тока, напряжения постоянного и переменного тока, частоты вращения, крутящего момента и электрического сопротивления постоянному току при контроле технического состояния и регулировке снятого с транспортного средства электрооборудования

Стенд Э-250М-02 обеспечивает проверку стартеров в режиме холостого хода и полного торможения.

Принцип работы контрольно-измерительного стенда Э-250М-02 заключается в имитации рабочих режимов и измерении выходных характеристик снятого с автомобилей электрооборудования с целью проверки его работоспособности и определения технического состояния и поиска неисправностей.

3.1.2 Стенд СДС-1

Стенд диагностики стартеров СДС-1 (рисунок 3.2) предназначен для диагностики технического состояния стартеров, снятых с автомобилей в режимах холостого хода и полного торможения. Стенд позволяют производить запуск двигателей внутреннего сгорания со стартерами номинальным напряжением 12, 24В.



Рисунок 3.2 - Внешний вид стенда СДС-1

Функции стенда:

- определение напряжения и потребляемого тока в режиме холостого хода;
- определение частоты вращения в режиме холостого хода;
- контроль падения напряжения в контактах тягового реле;
- проверку заданного момента, развиваемого стартером в режиме полного торможения;
- определение потребляемого тока в режиме полного торможения.

3.1.3 Стенд MD-1

Предназначен для проверки без непосредственной установки на автомобиль работоспособности стартеров и генераторов легковых и грузовых автомобилей 12 и 24В и измерения их электрических параметров.

Питание стенда MD-1 (рисунок 3.3) производится от сети переменного тока 380V, полностью электронное управление двигателем (пр-ва MITSUBISHI) с плавным пуском и остановкой двигателя, плавная регулировка оборотов 0-6000 в прямом и реверсном режимах, авто-режим 3000 оборотов.



Рисунок 3.3 - Внешний вид стенда MD-1

Стенд позволяет проверить стартер в режиме холостого хода с номинальным напряжением 12В и 24В мощностью до 9,2 кВт. Пусковой ток обеспечивается при помощи 2х стандартных автомобильных аккумуляторов 12V. Обеспечивает вывод параметров потребляемого тока стартера и напряжения.

3.1.4 Стенд НГТУ им. Р.Е. Алексеева



Рисунок 3.4 - Внешний вид стенда НГТУ

Данный стенд (рисунок 3.4) включает балансирную машину с тиристорным управлением. Диагностируемый стартер закрепляют на стенд (рисунок 3.5), у которого на валу балансирной машины находится маховик двигателя, для которого этот электростартер предназначен. Стартер питается от источника постоянного тока с характеристикой стартерной аккумуляторной батареи. В момент подачи питания на силовые зажимы электростартера шестерней привода он входит в зацепление с маховиком. Через него раскручивается вал балансирной машины, у которой автоматически меняется ток возбуждения, а, следовательно, момент сопротивления на валу. В течение 10 с. автоматически изменяется нагрузка на стартере, и измеряют ток, потребляемый электростартером, крутящий момент, напряжение на силовых зажимах, частоту вращения якоря. Одновременно фиксируется напряжение срабатывания тягового реле. Измерения производятся в дискретные моменты времени с интервалом,

равным 10 мс. При уменьшении скорости стартера до нуля работа нагрузочного преобразователя блокируется.

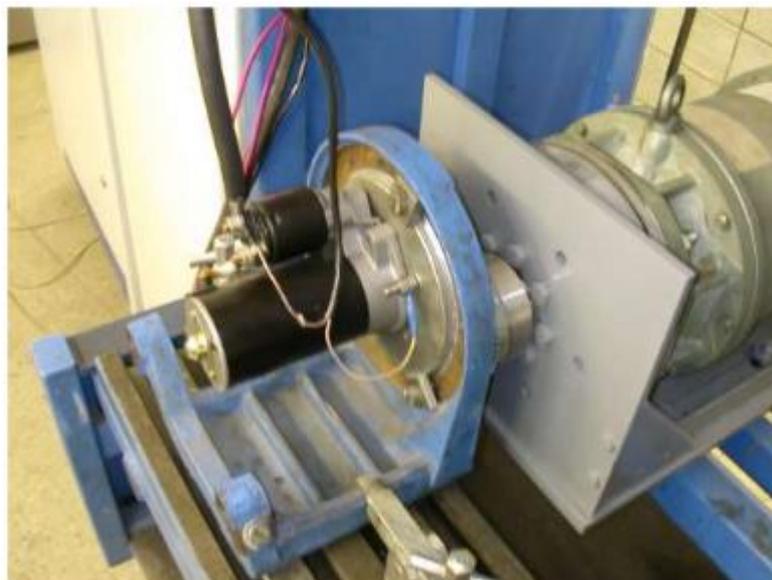
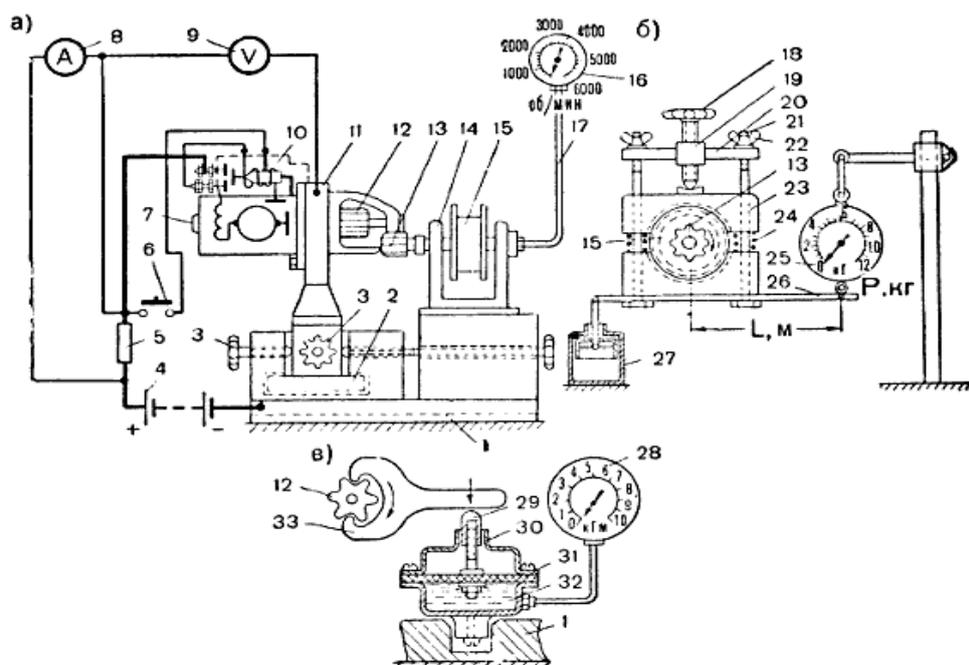


Рисунок 3.5 - Крепление стартера на стенде

3.1.5 Стенд СМП-01

Данный стенд позволяет испытывать стартеры в 3 режимах: холостого хода, полного торможения и при различных нагрузках, а также проверять муфту свободного хода на пробуксовку.

Испытываемый стартер (рисунок 3.6) закрепляют болтами к плите 11, а к зажимам стартера подключают проводники. Сила тока в цепи стартера измеряется амперметром 8, а напряжение на зажимах стартера — вольтметром 9. Тахометрам 16 измеряют скорость вращения якоря стартера.



а – схема стенда; б – привод пружинного динамометра; в – привод гидравлического динамометра; 1 – стол; 2 – каретка подвижная; 3 – рукоятка фиксации каретки; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – шунт в цепи амперметра; 6 – кнопка включения; 7 – стартер; 8 – амперметр; 9 – вольтметр; 10 – втягивающее реле стартера; 11 – плита крепления стартера; 12 – шестерня стартера; 13 – шестерня тормоза; 14 – кронштейн вала шкива; 15 – шкив тормоза; 16 – тахометр; 17 – трос привода тахометра; 18 – рукоятка винта; 19 – муфта резьбовая; 20 – пластина муфты; 21 – болт; 22 – гайка; 23 – колодки тормоза; 24 – пружина; 25 – динамометр пружинный; 26 – рычаг; 27 – гаситель колебаний тормоза; 28 – указатель гидравлического динамометра; 29 – шток датчика; 30 – датчик гидравлического динамометра; 31 – диафрагма резиновая; 32 – масло; 33 – рычаг динамометра.

Рисунок 3.6 - Стенд для испытания стартеров СМП-01

Торможение якоря стартера обеспечивается тормозом, состоящим из шестерни 13, жестко укрепленной на валу вместе со шкивом 15, двух колодок 23 с фрикционными накладками, зажимного устройства, состоящего из пластины 20 с приваренной к ней муфтой 19, винта с рукояткой 18, двух

болтов 21 и двух распорных пружин 24. Колодки охватывают шкив. Степень торможения шкива колодками регулируется вращением рукоятки 18.

При испытании стартера в режиме полного торможения якоря крутящий момент можно замерять гидравлическим динамометром, состоящим из рычага 33, датчика 30, заполненного веретенным или трансформаторным маслом, и указателя 28, который представляет собой обычный манометр со шкалой, проградуированной в килограммометрах. Усилие от шестерни 12 стартера на шток 29 датчика передается специальным рычагом 33, устанавливаемым на зубья шестерни стартера.

Испытание стартера в режиме полного торможения якоря с использованием пружинного динамометра. Закрепляют стартер на плите 11 (рисунок 3.6) и подключают к его зажимам проводники. Сдвигом каретки 2 и плиты 11 в пазах стола 1 совмещают оси шестерни 12 стартера и шестерни 13 тормоза, а затем рукоятками 3 закрепляют плиту в столе стенда. На шкив 15 устанавливают две колодки 23 тормоза и соединяют динамометр 25 с рычагом 26.

Рукояткой 18 винта затягивают колодки тормоза до отказа. Кнопкой 6 включают стартер на 3—4 сек и запоминают показания амперметра и динамометра.

Вследствие трения колодок 23 о шкив 15 колодки увлекаются в направлении вращения шкива и через рычаг 26 перемещают стрелку динамометра. По показанию динамометра определяется сила, увлекающая колодки 23 и рычаг 26 при вращении якоря стартера.

Испытание стартера в режиме полного торможения якоря с использованием гидравлического динамометра.

Смещают плиту 11 в каретке 2 до положения, при котором шестерня стартера не может войти в зацепление с шестерней 13 тормоза. На шестерню стартера надевают рычаг 33 динамометра. Устанавливают датчик 30 гидравлического динамометра на столе стенда в положение, при котором совмещается рычаг относительно штока динамометра (рисунок 3.6, в).

Поворачивают рычаг 33 в направлении вращения якоря до упора в шток 29 датчика. В случае необходимости высоту штока можно изменить, свинчивая или навинчивая наконечник штока.

Включают стартер на 3—4 сек и запоминают показания динамометра и амперметра.

Для определения состояния стартера сопоставляют полученные данные с величинами технических условий на испытание стартера. Шкала указателя 28 динамометра проградуирована в килограммометрах. При включении стартера его шестерня поворачивает рычаг 33, который давит на шток 29 и через диафрагму 31 сжимает масло в рабочей полости датчика. Давление масла передается в указатель 28 и вызывает отклонение стрелки

Испытание стартера в режиме холостого хода. Стартер закрепляют на плите 11 и устанавливают плиту в положение, при котором шестерня стартера будет правильно зацепляться с шестерней 13 тормоза. Рукоятками 3 закрепляют плиту. Снимают со шкива 15 колодки тормоза. Подключают проводники к зажимам стартера. Кнопкой 6 включают стартер и через 20-30 сек читают показания амперметра и тахометра. Если скорость вращения якоря на холостом ходу ниже, а сила тока выше или ниже величин, приведенных в технических условиях, то стартер следует отправить в ремонт.

4. Исследовательская часть

4.1 Цель лабораторной работы

Лабораторные работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, относятся к средствам, обеспечивающим решение следующих основных целей:

-приобретение студентами навыков выполнения процесса диагностики стартера в рамках дисциплины: «Эксплуатация, ремонт и утилизация автомобиля».

-закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

-получение новой информации по изучаемой дисциплине;

-приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

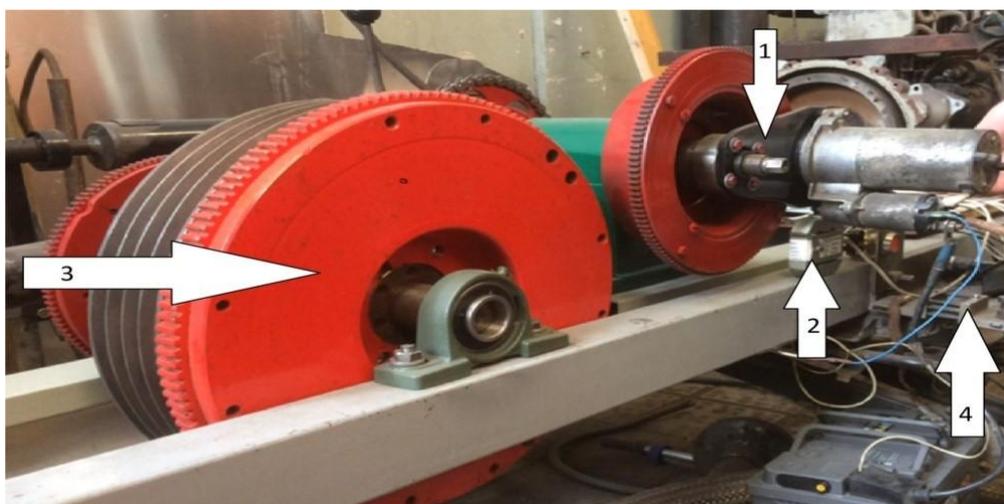
Лабораторная работа выполняется на оборудовании, установленном в учебной лаборатории института, с использованием макетного образца стенда.

4.2 Описание лабораторного стенда

На кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского Государственного Университета разработаны методика и технология диагностики стартеров под нагрузкой на режиме разгона, позволяющие снимать полную характеристику стартера, начиная с режима полной блокировки, до режима холостого хода. При этом, контролируемые параметры (потребляемый ток, крутящий момент, частота вращения якоря) позволяют выявить такие неисправности, как: обрыв или замыкание обмотки

якоря, механические потери с вязанные с внутренним сопротивлением якоря (контакт якоря со статором, сопротивление в подшипниках и т.д.).

Силами студентов и сотрудников кафедры изготовлен макетный образец стенда, на котором выполняется имитация различных режимов работы стартера, при его “разгоне”. (Рисунок 4.1)



1 – балансирное устройство; 2 – тензометрический датчик; 3 – инерционные маховые массы; 4 – шунт

Рисунок 4.1 - Макетный образец стенда

Стенд включает в себя: балансирное устройство 1, предназначенное для установки стартера, тензометрический датчик 2, предназначенный для измерения силы (крутящего момента), инерционных маховых масс 3, имитирующих нагрузку на стартере в режиме разгона. Для измерения потребляемого тока используется шунт 4, с выводом информации на электронный осциллограф. Частота вращения якоря определяется при помощи индуктивного датчика и счетчика СИ-30, передающего данные на компьютер.

Стенд работает следующим образом: перед подачей напряжения на втягивающее реле стартера производится блокировка инерционных маховых масс, которая снимается через 5 секунд после включения. При этом,

контролируются следующие параметры: потребляемый ток и крутящий момент в режиме полной блокировки. Данные показатели характеризуют работоспособность втягивающего реле, обгонной муфты, щёток и обмоток ротора. После разблокировки якоря, он начинает раскручивать маховые массы, динамика разгона которых, зависит от мощности стартера и его технического состояния, и постепенно переходит с режима полной блокировки на режим максимальной мощности, а затем на режим холостого хода. При этом, контролируются параметры, по которым рассчитываются электрическая (потребляемая) и механическая (отдаваемая) мощности, соотношение которых характеризует КПД стартера. Как правило, КПД стартера составляет 0,5-0,6. Если в момент начала вращения якоря замерять потребляемый ток (величина которого на данном режиме максимальна) при помощи электронного осциллографа, можно определить обрыв или замыкание обмотки якоря, по резким скачкам, или "провалам" в потреблении тока.

4.3 Задание для лабораторной работы:

1. Изучить теоретический материал и провести диагностику стартера на лабораторном стенде.
2. Получить выходные данные со стенда: напряжение, силу тока, частоту вращения.
3. Рассчитать механическую и электрическую мощность, вычислить КПД стартера
4. Показать зависимость выходных данных на графике

4.4 Ход работы:

К выполнению части задания, выполняемой на стенде, снят учебный видеоролик, в котором четко показан процесс выполнения. Также ниже прописан ход работы по данному заданию:

1. Подключить силовой провод стартера к положительной клемме аккумулятора и массу к отрицательной клемме стартера.
2. Подключить к стенду ПК
3. Заблокировать инерционные маховые массы и запустить стенд с помощью кнопки включения.
4. Через 5 секунд после включения снять блокировку маховых масс и продолжить испытание стартера
5. После того, как частота вращения якоря достигнет максимального значения, выключить стенд и дождаться полной остановки его вращающихся элементов.
6. С помощью ПК получить значения частоты вращения якоря, силы тока и крутящего момента, измеренные в процессе работы стенда.
7. Оформить в таблицу полученные значения, взятые в определенные моменты времени.
8. Вычислить механическую мощность стартера P_2 и электрическую мощность P_1 .
9. Вычислить коэффициент полезного действия η стартера. Сделать вывод о его работоспособности.
10. Показать на графике зависимость силы тока, крутящего момента, механической и электрической мощностей и КПД от частоты вращения якоря.
11. Сделать вывод о проделанной лабораторной работе.

Более наглядное объяснение выполнения лабораторной работы показано на видеозаписи, приложенной ниже:

Видеозапись 4.1 – Работа со стендом диагностики стартера

Механическая мощность P_2 , л.с. (кВт), стартера определяется по формуле:

$$P_2 = \frac{1,028 \cdot M_{вр} \cdot n_{в}}{1000}; \quad (4.1)$$

где

$M_{вр}$ – вращающий момент на валу стартера, кГм;

$n_{в}$ - частота вращения вала стартера, мин⁻¹.

Потребляемая электрическая мощность P_2 , кВт, стартера, определяется по формуле:

$$P_2 = \frac{U \cdot I_c}{1000}; \quad (4.2)$$

где

U - напряжение на стартере, В;

I_c - сила потребляемого стартером тока, А.

КПД стартера η вычисляется по формуле

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%; \quad (4.3)$$

На рисунке 4.1 схематично изображен график зависимости выходных данных и рассчитанных величин от частоты вращения:

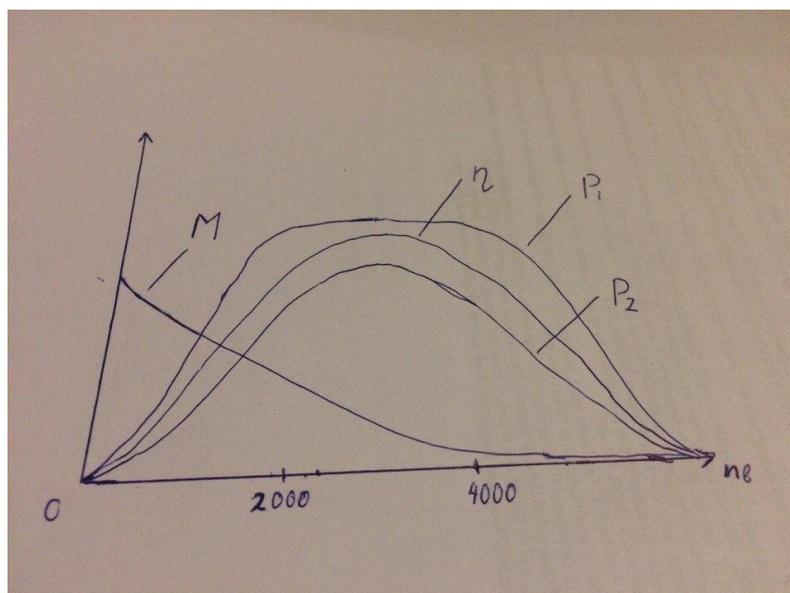


Рисунок 4.1 – схематичный пример выполнения графика

4.5 Оформление отчета

Отчет должен содержать наименование лабораторной работы и её цели, содержательная часть отчета должна включать:

- Титульный лист (по форме, указанной в приложении);
- Цель работы;
- Краткое описание лабораторного стенда и принципа его работы;
- Результаты, полученные в ходе работы, оформленные в таблице;
- График зависимости выходных данных и рассчитанных величин;
- Выводы о проделанной работе.

4.6 Вопросы для самоконтроля

1. Что такое стартер?
2. Как классифицируются стартеры?
3. Из каких основных деталей состоит стартер?
4. В каких режимах выполняется диагностика стартера?
5. Каковы основные неисправности стартера?
6. Каков принцип работы обгонной муфты?
7. Как устроен стенд для диагностики стартера НГТУ им. Р.Е. Алексеева?

5 Экономическая эффективность НИОКР

Введение

В дипломном проекте создана мультимедийная лабораторная работа для диагностики стартера. Наиболее распространенные испытания с максимально точными показателями, приближенным к эксплуатационным проводятся на специализированных дорогостоящих стендах.

В данной работе будет представлена лабораторная работа, которая даст возможность студентам лабораторных исследований с использованием стенла кафедры.

Рациональностью создания лабораторной работы для диагностики стартера является возможность изучения студентами данной темы в полном объеме. Чтобы определить величину затрат этапов НИОКР были составлены: график длительности, смета затрат на выполнение НИОКР.

Мультимедийную лабораторную работу планируется применять в исследовательской лаборатории кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» при выполнении лабораторной работы «Диагностика

стартера», в рамках дисциплины «Эксплуатация, ремонт и утилизация автомобиля».

5.1 Смета затрат на НИОКР

Стадии и этапы НИОКР

Таблица 5.1

Этапы работ в рамках НИОКР	Трудоемкость, дн		Исполнитель	Кол-во исполнителей, чел.	Используемое оборудование
	мин	макс			
Анализ рынков стендов по диагностике стартера	1	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Собственный прогноз развития рынка по стендам	1	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Эффект от использования анализа развития рынка	1	3	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Сбор информации для методического пособия	3	7	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Описание стенда для диагностики стартера	1	3	Ведущий инженер, инженер без категории	2	Персональный компьютер, стенд
Разработка задания для студентов	0,5	1	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Отснятие видеозаписи процесса выполнения лабораторной работы	0,5	1	Ведущий инженер, инженер без	2	Стенд, видеокамера

			категории		
Создание мультимедийного пособия	1	3	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Оформление презентации	1	2	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Отчетная документация	3	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Калькуляция затрат на НИОКР	2	3	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Незапланированные работы	1	2	Инженер без категории	1	
Итого	16	37			

5.2 Суммарная длительность НИОКР. Техническая готовность по стадиям.

Ожидаемая трудоемкость этапов НИОКР с учетом лучшего и худшего прогнозов по выполнению работ:

$$t_{оожи.} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (5.1)$$

где

t_{\min} – лучшая оценка трудоемкости НИОКР, ч./дн.;

t_{\max} – худшая оценка трудоемкости НИОКР, ч./дн.

$$t_{оожи.} = \frac{3 + 8}{5} = 2,2$$

По условию известной трудоемкости этапов и численности исполнителей, определяем продолжительность отдельного этапа, общую длительность НИОКР, удельный вес отдельного этапа и нарастание готовности по каждому этапу. Продолжительность каждого этапа либо работы определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{этап.}} = \frac{t_{\text{оожи.}}}{P_i}, \quad (5.2)$$

где

P_i – количество исполнителей, ч.

$$T_{\text{этап.}} = \frac{2,2}{1} = 2,2$$

Общая продолжительность НИОКР:

$$T_{\text{сум.}} = \sum T_{\text{этап.}} \quad (5.3)$$

$$T_{\text{сум.}} = 22,55$$

Удельный вес отдельного этапа определим в процентах. В этом случае мы принимаем $T_{\text{сум.}}$ за 100%:

$$УД_{\text{этап.}} = \frac{T_{\text{этап.}}}{T_{\text{сум.}}} \cdot 100\% \quad (5.4)$$

$$УД_{\text{этап.}} = \frac{2,2}{22,55} \cdot 100\% = 9,76$$

В таблице 5.2 приведены результаты расчетов по каждому этапу

Таблица 5.2

№ этапа	Количество исполнителей			Планируемая трудоемкость, ч/дн	продолжительность этапа, дн.	Удельный вес, %	Δ, %
	Ведущий инженер	Инженер без категории	Всего, чел.				
1.1	0	1	1	2	2,2	9,76	9,76
1.2	0	1	1	2	2,2	9,76	19,54
1.3	0	1	1	2	1,8	7,98	27,52
2.1	0	1	1	4	4	17,74	48,53
2.2	1	1	2	2	0,9	3,99	52,52

2.3	0	1	1	5	0,7	3,1	55,62
2.4	1	1	2	1	0,35	1,55	57,17
2.5	0	1	1	2	1,8	7,98	65,15
2.6	0	1	1	2	1,4	6,21	71,36
3.1	0	1	1	4	3,4	15,08	86,44
3.2	0	1	1	3	2,4	10,64	97
3.3	0	1	1	2	1,4	6,21	100
					Сумма	22,55	

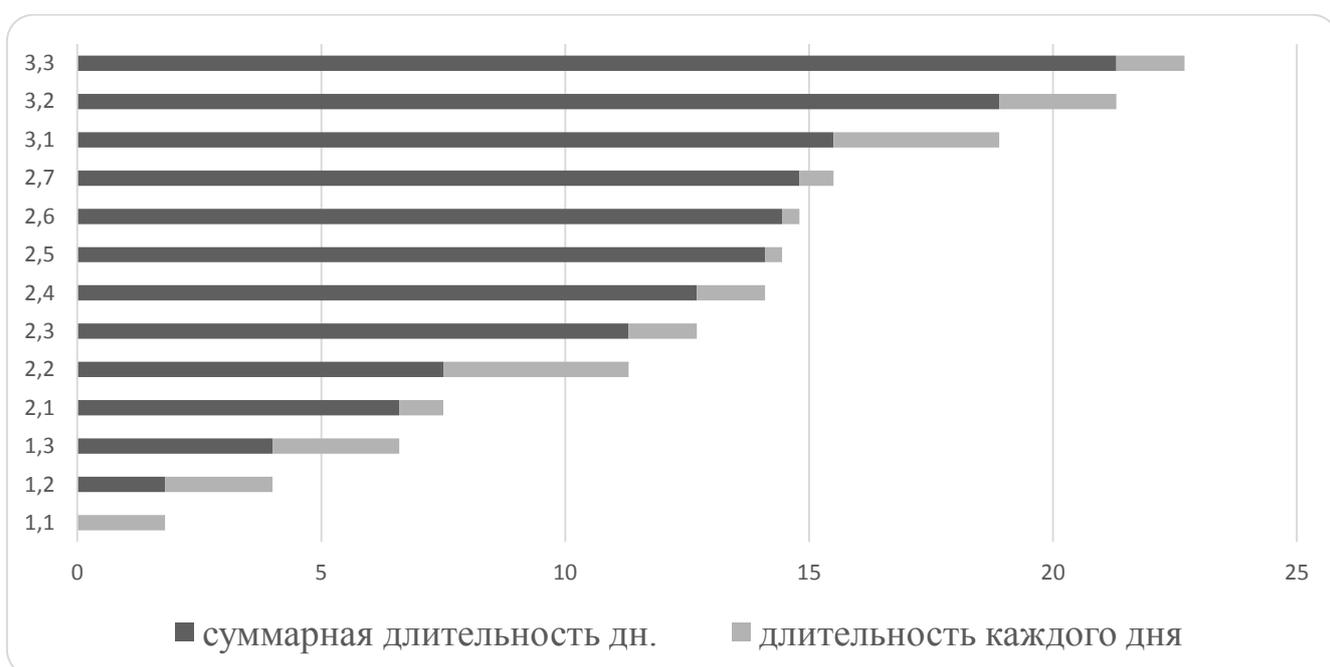


Рисунок 5.1 - Продолжительность выполнения НИОКР

Статьи затрат и смета на НИОКР:

1) Текущие затраты.

В данном пункте я рассчитал расходы на зарплату инженерного и вспомогательного персонала, которые принимают участие в НИОКР.

Фонд времени, годовой, эффективный:

$$F_{\text{ээ}} = (365 - [П + В] - Н)q - Н_{\text{пред}} \quad (5.5)$$

где

П- праздники, 4д;

B – выходные, 3д;

H – планируемое количество невыходов, 0д;

q - кол-во часов в смену, 8ч;

$H_{нераб.}$ - кол-во нерабочих часов в предпраздничные дни, нерабочих, 0ч.

$$F_{эф.} = (365 - [4 + 30]) \cdot 8 - 0 = 2648 \text{ час.}$$

Расчет среднего количества рабочих дней в месяце:

$$D = \frac{F_{эф.}}{12q} = \frac{2648}{12 \cdot 8} = 28 \quad (5.6)$$

Расчет времени работы i -го исполнителя, дн.:

$$K_{исп.} = \frac{Fi}{D}, \quad (5.7)$$

где

Fi – количество отработанных дней i -м исполнителем, данные возьмем из таблицы 5.3.

В таблице 5.3 представлены данные по времени работы сотрудников, привлекаемых к НИОКР.

Таблица 5.3

№ работы	Сотрудники	
	Ведущий инженер	Инженер без категории
1.1	-	2,2
1.2	-	2,2
1.3	-	1,8
2.1	-	4
2.2	0,9	0,9
2.3	-	0,7
2.4	0,35	0,35
2.5	-	1,8
2.6	-	1,4
3.1	-	3,4

3.2	-	2,4
3.3	-	1,4
итого	1,25	22,55

Рассчитаем длительность работы *i*-го сотрудника, месяцев(м):

$$\text{Инженер без/к: } K_{исп} = 22,55/28 = 0,81 \text{ м} \quad (5.8)$$

$$\text{Вед. инженер: } K_{исп} = 1,25/28 = 0,04 \text{ м} \quad (5.9)$$

2) Заработная плата сотрудников с окладом в соответствии с занимаемыми должностями:

$$Z_{исп} = K_{исп} \cdot \text{Окл.} \cdot N, \quad (5.10)$$

где

K_{исп.} – длительность работы *i*-ого сотрудника, м.;

Окл. – окладом в соответствии с должностью *i*-го сотрудника руб.;

N – кол-во сотрудников, чел.

Заработную плату сотрудников с окладом в соответствии с занимаемыми должностями сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4

Должность сотрудника	Кол-во сотрудников, чел.	Оклад среднемесячный, руб.	Продолжительность, (м).	Заработная плата, руб.
1. Ведущий инженер	1	19500	0,04	780
2. Инженер без/к	1	15700	0,81	12717
Итого	2			13497

Зарплата всех сотрудников:

$$Z_{исп.} = Z_{ит.} = 13497 \text{ р.}$$

Расчет отчислений в страховые взносы, руб.:

$$C_{с.в.} = \frac{Зисп \cdot Кс.в.}{100\%}, \quad (5.11)$$

где

$Кс.в. = 30\%$ - коэффициент отчислений в социальный фонд.

$$C_{с.в.} = \frac{Зисп \cdot Кс.в.}{100\%} = \frac{13497 \cdot 30\%}{100\%} = 4049,1р.$$

Затраты на используемую электроэнергию, руб.:

$$C_{эл.} = \frac{N_y \cdot K_{исп} \cdot T_{маш.} \cdot Ц_{эл.} \cdot K_{загр.}}{60}, \quad (5.12)$$

где

N_y - мощность техоборудования, кВт.;

$K_{исп.}$ - коэффициент использования техоборудования;

$T_{маш.}$ - машинное время работы каждого техоборудования, мин;

$Ц_{эл.}$ - стоимость электроэнергии (2,73 руб.);

$K_{загр.}$ - коэффициент загрузки техоборудования.

Определим продолжительность использования персонального компьютера с учетом восьмичасового рабочего дня

$$T_{м.пк} = 20,8 \text{ дн.} \cdot 8 \text{ час} \cdot 60 \text{ мин} = 9984 \text{ мин.}$$

В таблице 5.5 представлены результаты расчета затрат на электрическую энергию

Таблица 5.5

Наименование оборудования	Ну	Кзаг	Кисп	Тм, мин.	Цэл, руб.	Сэл, руб.
Персональный компьютер	0,46	0,9	0,8	9884	2,73	148,95
Видеокамера	0,78		0,9	336		9,65
Работа стенда	4,95		0,9	168		30,65
					Итого	174,73

5.3 Амортизационные отчисления на применяемое оборудование

Амортизационные отчисления:

$$Саморт. = \frac{Соб. \cdot Нам. \cdot Тми.}{Фообо. \cdot 100}, \quad (5.13)$$

где

$С_{об}$ – стоимость оборудования, первоначальная;

$Нам.$ – амортизационные отчисления;

$Тми.$ – рабочее время оборудования;

$Фооб.$ – годовой эффективный фонд рабочего времени оборудования.

Годовой эффективный фонд рабочего времени оборудования:

$$Фооб. = Fраб. \cdot q \cdot Кзагр., \quad (5.14)$$

где

$F_{\text{раб.}}$ – в 2017 году 247 раб. /дн.;

q – длительность смены, час;

$K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загрузки.

$$F_{\text{обоб.}} = 247 \cdot 8 \cdot 0,95 = 1877,2 \text{ час.}$$

Общая длительность работы оборудования:

$$T_{\text{м.и.}} = \text{Добор.} \cdot q \cdot K_{\text{исп.}}, \quad (5.15)$$

где

Добор. – рабочее время оборудования, суммарное, дн.;

$K_{\text{исп.}}$ – коэффициент рабочего времени оборудования.

$$T_{\text{м.пк}} = 20,59 \cdot 8 \cdot 0,8 = 131,78 \quad T_{\text{м.вид}} = 4,48$$

$$T_{\text{м.ст}} = 2,24$$

В таблице 5.6 рассчитаны траты на амортизацию

Таблица 5.6

Наименование оборудования	Соб, руб.	$K_{\text{загр}}$	$K_{\text{исп}}$	Нам, %	тм, час	Фобор, час	Сам, руб.
Персональный компьютер	13000	0,95	0,8	20	131,78	1877,2	182,52
Видеокамера	20000		0,9		4,48		9,55
Стенд	100000		0,9		2,24		23,87
Итого							215,94

Накладные затраты:

$$C_{\text{накл.}} = \frac{Z_{\text{исп.}} \cdot K_{\text{накл.}}}{100}, \quad (5.16)$$

где

$K_{накл.}$ - коэффициент накладных затрат, 35%.

$$С_{накл.} = \frac{З_{исп.} \cdot K_{накл.}}{100} = \frac{13497 \cdot 35}{100} = 4723,95$$

Затраты на материалы, комплектующие и покупные изделия, руб.:

$$M_i = Ц_{м.и.} \cdot Q_{т.и.} \cdot K_{тар.} - В_{отх.} \cdot Ц_{отх.и.} + Ц_{пик.и.} \cdot Q_{п.и.} \cdot K_{тар.}, \quad (5.17)$$

где

$Ц_{м.и.}$ - оптовая цена единичного материала каждого вида, руб. /кг;

$Q_{т.и.}$ - величина расхода каждого материала, кг, м;

$K_{тар.}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, (1,45);

$В_{отх.и.}$ - вес реализуемых отходов материала данной марки (составляют около 8% от нормы расхода материала);

$Ц_{отх.и.}$ - стоимость единичной марки отходов каждого материала, руб/кг;

$Ц_{пик.и.}$ - отпускная цена покупных изделий и комплектующих, руб;

$Q_{п.и.}$ - нужное кол-во приобретенных изделий, шт.

В таблице 5.7. представлены затраты на материалы и приобретенные изделия для данной НИОКР.

Таблица 5.7

Название изделия	Нужное кол-во, м, кг, шт.	Средний ценник каждого изделия, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2	40	80
Ручка шариковая	2	30	60
Бумага для печати А4	100	1	100
Карандаш	2	15	30
Итого:			270

Капитальных вложений в данной НИОКР не запланировано.

В таблице 5.8 сведены результаты расчетов сметы затрат на НИОКР, на основании проведенных расчетов.

Таблица 5.8

№ п/п	Статьи	Символ	Сумма, руб.
	Текущие затраты	<i>Ктек.</i>	
1	Материальные затраты, в том числе:		
	- на материалы, комплектующие и покупные изделия	<i>Мi</i>	270
	- на электрическую энергию	<i>Сэл.</i>	174,73
2	Оплата труда сотрудников	<i>Зисп.</i>	13497
3	Отчисления в страховые взносы	<i>Ссоц.</i>	4049,1
4	Амортизационные отчисления	<i>Саморт.</i>	215,94
5	Накладные затраты	<i>Снакл.</i>	4723,95
	Общие затраты на НИОКР		22930,72

5.4 Экономическая эффективность НИОКР

Поскольку мы разрабатываем саму методику изучения диагностики стартера, посчитать экономическую эффективность не представляется возможным. Для данной лабораторной работы определена величина затрат на НИиОКР. Были составлены график длительности, смета затрат на выполнение НИиОКР.

При небольших затратах мы получаем полностью разработанную для студентов мультимедийную лабораторную работу, которая позволит лучше усвоить пройденный материал, сделать акцент на самых важных моментах и полностью разобраться в данной теме. Студенты могут повысить свою квалификацию и использовать полученные знания. Данная лабораторная работа может применяться в исследовательских лабораториях ВУЗов.

Делаем вывод о рациональности создания лабораторной работы по базированию деталей при ремонте автомобилей.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Конструкторско-технологическая характеристика объекта

В данном дипломном проекте разрабатывается лабораторная работа «диагностика стартера». Лабораторная работа предназначена для изучения основных неисправностей стартера и их диагностирования.

Для выполнения данной лабораторной работы используется стартер 35.3708. Он устанавливается на балансирном устройстве стенда. Вес данного в лабораторной работе стартера – 7,5 кг. Стартер заранее устанавливается и неподвижно закрепляется на стенде, чтобы сделать проведение лабораторной работы наиболее безопасным.

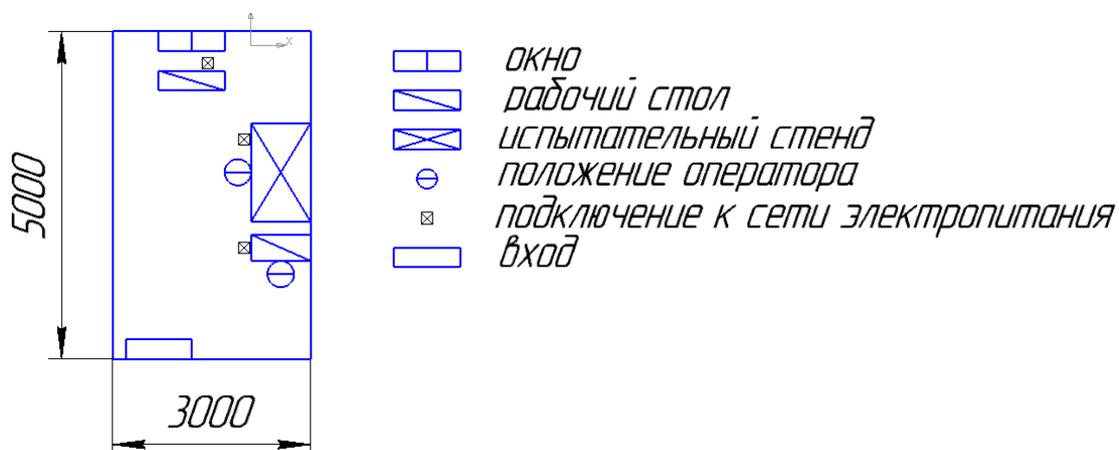


Рисунок 6.1 - Эскиз рабочего места

Технологический паспорт лабораторной работы приведен в таблице 6.1:

Таблица 6.1

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция , вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Мультимедийная лабораторная работа по диагностике стартера	Проведение испытаний, снятие показаний датчика, составление графиков.	Инженер б/к	Макетный образец стенда, стартер, ПК	Металл

6.2 Идентификация рисков при выполнении испытаний.

При выполнении испытаний на стендах студенты используют различные инструменты, механизмы, материалы. Применительно к рассматриваемому технологическому процессу подробно рассмотрим опасные или вредные факторы и источник их возникновения.

Идентификация рисков приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2

№ п/п	Вид выполняемых работ	Опасный вредный фактор при испытаниях	Источник опасного вредного фактора
1	Проведение испытаний на стенде для диагностики стартера	Движущиеся части применяемого оборудования.	Балансирное устройство, инерционные маховые массы
		Повышенный уровень шума.	Работа стенда, стартера
		Поражение электрическим током.	Пробой изоляции питания стенда

6.3 Методы и средства снижения рисков при проведении испытаний.

Мероприятия по обеспечению безопасности проведения испытаний подразделяют на два основных типа:

- Индивидуальные мероприятия, к которым относятся средства по обеспечению индивидуальной защиты;
- Коллективные, к которым относятся мероприятия по обучению студентов использованию устройств, применение мероприятий по пожаробезопасности, электробезопасности и т. д.

Непосредственно перед испытаниями проводится инструктаж. Всего различают: вводный; первичный (на рабочем месте); повторный; внеплановый.

Перед началом выполнения лабораторной работы движущиеся части стенда закрывают защитным кожухом для предотвращения травм студентов в случае отрыва деталей стенда.

Для обеспечения безопасного перемещения студентов и перевозки грузов в корпусе применены разделенные входы. Двери и технологические ворота открываются наружу, чтобы при случаях массовых перемещений работников и студентов из лабораторных помещений двери не были преградой для выхода.

Методы и средства снижения профессиональных рисков приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3

№ п/п	Опасный вредный фактор при испытаниях	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения опасного вредного фактора при испытаниях	Средства индивидуальной защиты студента.
1	Движущиеся части применяемого оборудования.	Нахождение преподавателя(Ведущего инженера)при испытаниях, контроль правильности их исполнения, и соблюдения техники безопасности.	Спецодежда, защитный кожух.
2	Повышенный уровень шума.	Использование звукогасящих устройств	Вкладыши, наушники (при необходимости).
3	Поражение электрическим током.	Проверка целостности изоляции кабеля питания перед началом испытаний.	Прорезиненные перчатки. ГОСТ 20010-93

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Согласно НПБ 105-95, предусматривается категорирование промышленных и складских помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной опасности. Рассматриваемому участку присваивается

категория «Д» - пожары, связанные с воспламенением и горением металлов. На объектах категории «Д» возникновение отдельных пожаров будет зависеть от степени огнестойкости зданий, а образование сплошных пожаров – от плотности застройки.

Первичными средствами пожаротушения являются огнетушители, ведра, ящики с песком и т.д. Для данного технологического процесса используем два огнетушителя марки ОП-5, который заряжается огнетушащим порошковым составом. Вытеснение порошкового состава происходит за счет избыточного давления, создаваемого рабочим газом. В качестве рабочего газа используется двуокись углерода.

Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в сторону выхода из помещений. Запрещается загромождать проходы, коридоры, лестничные площадки мебелью, оборудованием, а также забивать двери эвакуационных выходов.

Все студенты должны обучаться по специальной программе для изучения инструкций и правил по пожарной безопасности.

Идентификация классов и опасных факторов пожара приведена в таблице 6.4.1.

Таблица 6.4.1

№ п/п	Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Помещение для проведения испытаний.	Стенд	Е – горение веществ и материалов электроустановок D – горение металлов	Повышенная температура окружающей среды.	Замыкание электрического напряжения на токопроводящие части стенда

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице 6.4.2.

Таблица 6.4.2

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Проведение испытаний на стенде.	Назначение должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность в цехе.	Должны обеспечивать своевременное выполнение требований пожарной безопасности, создавать и содержать в установленном порядке норм, перечней на которых создается пожарная охрана.
	Установление противопожарного режима.	Порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара; Порядок и сроки противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму.
	Обучение студентов правилам пожарной безопасности.	Инструктаж должен проводиться со всеми студентами.

6.5 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

В процессе диагностики стартера вреда на атмосферу, гидросферу, литосферу не наносится. Это показано в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Наименование технического объекта	Выполнение лабораторной работы
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Не оказывает антропогенного воздействия на атмосферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Не оказывает антропогенного воздействия на гидросферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Не оказывает антропогенного воздействия на литосферу

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы,

комплектующие изделия и производимые изделия при выполнении лабораторной работы по диагностике стартера.

2. Проведена идентификация профессиональных рисков во время выполнения лабораторной работы. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся механизмы; повышенный уровень шума на рабочем месте; поражение электрическим током

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно контроль правильности исполнения работ, контроль над правильным использованием средств защиты, проверка целостности изоляции кабеля питания. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 6.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 6.4.1). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 6.4.2).

5. Разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 6.5)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы был скомпонован теоретический материал, подробно описывающий устройство стартера и его основных деталей в отдельности. Рассмотрены конструкции существующих стендов для диагностики стартера.

Полностью составлена лабораторная работа, подробно описан каждый шаг выполнения. Снято мультимедийное пособие для студентов. Подготовлена презентация. Рассчитаны все затраты на создания данной работы. Отдельное внимание уделено всем опасным или вредоносным факторам при выполнении данной работы и методам их устранения.

Данная работа предоставляет возможность студентам полностью разобраться в данной теме и получить теоретические знания, практический опыт работы на стенде и полное представление о диагностике стартера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов [Текст]/ Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; под ред. Е. С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
2. Ильин Н.М. Электрооборудование автомобилей. Изд. 3-е, переработ. и доп. Учебник для учащихся автотранспортный техникумов [Текст]. М.: Транспорт, 1973.
3. Можаяев В.Н. Электрооборудование тракторов и автомобилей. Изд. 3-е, переработанное и дополненное [Текст]. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. М., 1954.
4. Резник А.М. Электрооборудование автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов [Текст]. М.: Транспорт, 1990. – 256с.
5. Шевченко А.Ф., Медведко А.С., Бухгольц Ю.Г. и др. Стартер-генераторное устройство для легковых автомобилей класса ВАЗ-2110 [Текст]// Электротехника. 2003, №9. С.15-19.
6. Буренков К.Э., Купеев Ю.А., Агафонов А.Н. и др., Интегрированный стартер-генератор – основа перспективных конструкций автомобиля [Текст]//Автотракторное электрооборудование. 2001, №3-4. С.23.
7. Mitchell W.K., Bird H.B. Know Your Car's Nervous System – Starters [Текст]. Popular Mechanics. 96 (6): 186–189. June 1952.
8. Л.В. Копылова, В.И. Коротков, и др. Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования: Учебник для техникумов; под ред. М.Н. Фесенко [Текст]. М.: Машиностроение, 1979. - 344 с.

9. Phillips C.L. Adaptive technique by motor engines of a direct current [Текст]. John Wiley & Sons, New York, 1972
10. Dorf R.C. and Farren M.C. Control by motor engines of a direct current [Текст]. IEEE Press, New York, 1968
11. R. R. Henry, B. Lequesne, S. Chen, J. Ronning, Y. Xue, “Belt-Driven Starter-Generator for Future 42-Volt Systems” [Текст], SAE Int. Congr. Detroit, SAE Paper 2001-01-0728, Mars 2001.
12. J.M. Miller, A.R. Gale, P.J. McCleer, F. Leonardi, J.H. Lang. Starter-Alternator for Hybrid Electric Vehicle: Comparison of Induction and Variable Reluctance Machines and Drives [Текст], IEEE Industry Applications Conference, vol.1, Oct. 1998, pp. 513-523.
13. Delco Remy. Electrical Specifications & Selection Guide: Starters and Alternators [Текст], 2008.
14. Роговцев В.Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств: учебник [Текст]/ Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олфильев В.Д. – М.: Транспорт, 1989. – 432 с.
15. Калисеким В.С., Манзон А. И., Начума Г. Е. Учебник водителя автомобиля категории «С»: учебное пособие [Текст]/ Калисеким В. С., Манзон А. И., Начума Г. Е. – Краснодар: Пресс, 2008.
16. Завалишин С.И. Электрические машины малой мощности [Текст]/ С.И. Завалишин [и др.] – М.: Высшая школа, 1964г. – 286 с.
17. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов [Текст]/ В.Е. Ютт. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 г. – 439 с.
18. Набоких В.А. Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для студентов высших учеб. заведений [Текст]/ Набоких В.А. – М.: Академия, 2003 г. – 252 с.
19. Балагуров В.А. Электрические машины с постоянными магнитами [Текст]/ В.А. Балагуров и др. – М.: Энергоатомиздат, 1977 г. – 340 с.
20. Егоров Н.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста учебно-методическое

- пособие [Текст]/Н.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова, –Тольятти, 2012. -135с.
21. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей: Учебное пособие [Текст]/ И.С. Туревский, В.Б. Соков, Ю.Н. Калинин. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. - 368 с.
22. Князевский Б.А. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов [Текст]/ под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983 г. – 365 с.
23. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника [Текст]/ Изд. 6-е. М.: Высшая школа, 2000. - 543 с
24. Bosch, R. Bosch Automotive Handbook, 8/e, Wiley Publishing Company [Текст], Hoboken, New Jersey, 2004.
25. Малкин, В.С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебное пособие по курсовому проектированию для студ. специальности Автомобили и автомобильное хозяйство [Текст] / В. С. Малкин, Н. И. Живоглядов, Е. Е. Андреева. - Тольятти: ТГУ, 2005. - 108 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Титульный лист лабораторной работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автомеханический институт

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

Лабораторная работа № 1

«Диагностика стартера»

Выполнил студент гр.: _____

И.О.Фамилия: _____

Проверил: _____

Тольятти 2017